

2 RS

1c921 U.S. PRO
09/695613
10/24/00

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of : Junichi MORIYAMA et al.

Filed : Concurrently herewith

For : OPTICAL TRANSMITTING APPARATUS AND
OPTICAL TRANSMITTING METHOD FOR RING
TRANSMISSION SYSTEM

Serial No. : Concurrently herewith

October 24, 2000

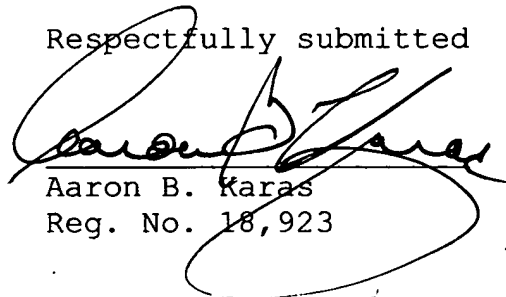
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith is Japanese patent application No.(s)
11-302582 of October 25, 1999 and 2000-225992 of July 26, 2000
whose priorities have been claimed in the present application.

Respectfully submitted


Aaron B. Karas
Reg. No. 18,923

HELFGOTT & KARAS, P.C.
60th FLOOR
EMPIRE STATE BUILDING
NEW YORK, NY 10118
DOCKET NO.:FUJS17.902
LHH:priority

Filed Via Express Mail
Rec. No.: EL522394762US
On: October 24, 2000
By: Lydia Gonzalez

Any fee due as a result of this paper,
not covered by an enclosed check may be
charged on Deposit Acct. No. 08-1634.

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

10921 U.S. PRO
09/695613
10/24/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 7月26日

出願番号
Application Number:

特願2000-225992

出願人
Applicant(s):

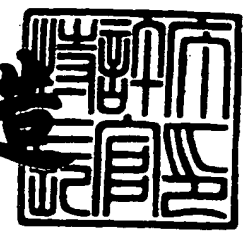
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月25日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3067265

【書類名】 特許願

【整理番号】 0050606

【提出日】 平成12年 7月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00

【発明の名称】 リング伝送システム用光伝送装置及びリング伝送システム用光伝送方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 森山 順一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9号 富士通デジタル・テクノロジー株式会社内

 【氏名】 近澤 勉

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットワーク株式会社内

 【氏名】 池田 善尚

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットワーク株式会社内

 【氏名】 安井 孝則

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 谷口 充己

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 塩田 昌宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092978

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 有

【電話番号】 0422-21-4222

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第302582号

【出願日】 平成11年10月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007696

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リング伝送システム用光伝送装置及びリング伝送システム用光伝送方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、

該データリンク読み出し手段にて読み出された該トポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成手段と、

該トポロジー生成手段にて生成された該トポロジーに基づき、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に書き込むデータリンク書き込み手段と、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【請求項 2】 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第 1 のリング伝送システムと、該データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第 2 のリング伝送システムとが結合したリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝

送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、

該データリンク読み出し手段にて読み出された該トポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成手段と、

該トポロジー生成手段にて生成された該トポロジーに基づき、該データリンクチャンネルの該クロスコネクタ情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、書き込むデータリンク書き込み手段と、

該データリンクチャンネルに書き込まれた該クロスコネクタ情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段と、

該第 1 のリング伝送路から該第 2 のリング伝送路に該光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、該プライマリノードに隣接して該光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、該ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、該クロスコネクタ情報に基づいて該現用回線及び該予備回線毎に生成するリップテーブル生成手段と、

該データリンク読み出し手段が読み出した該クロスコネクタ情報の該相対ノード識別番号により、自ノードが該プライマリノードであるか該セカンダリノードであるかを認識しうるノード認識手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【請求項 3】 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクタ情報が書き込まれたデータリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送方法であって、

上記の各ノードのそれぞれにおいて、

該クロスコネクタ情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、

該データリンク読み出しステップにて読み出された該トポロジー情報を用いて

、トポロジを生成するトポロジ生成ステップと、

該トポロジ生成ステップにて生成された該トポロジに基づき、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法。

【請求項4】 双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該双方向リング伝送路に接続され、該伝送リングと該伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識手段と、

該接続形態認識手段に接続され、障害が発生した区間を検出する障害区間検出手段と、

該接続形態認識手段と該障害区間検出手段とに接続され、該接続形態と該区間とに基づいて伝送経路を切り替えするループバック切り替え制御手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【請求項5】 双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送方法であって、

該伝送リングと該伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識ステップと、

該接続形態認識ステップにて認識された該接続形態に基づき障害が発生した区間を検出する障害区間検出ステップと、

該接続形態認識ステップにて認識された該接続形態と該障害区間検出ステップにて検出された該区間とに基づき、光信号の該伝送リングにおけるループバック距離を最小にすべく、伝送経路を切り替えするループバック切り替え制御ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続されたリング伝送システムに用いて好適な、リング伝送システム用光伝送装置及びリング伝送システム用光伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバを用いた光伝送においては、伝送回線の信頼性を向上させ、また、サービスの向上や管理を容易にするために、SDH (Synchronous Digital Hierarchy: 同期デジタルハイアラキー) を用いた信号の多重化が行なわれている。具体的には、光伝送は、SONET (Synchronous Optical Network: 同期光通信網) と呼ばれるアーキテクチャーが使用されている。このSONETとは、SDHを採用する高速の専用線サービスであって、複数の光伝送装置が、光ファイバで接続されて、リング状の伝送路（以下、リング伝送路と称したり、単にリングと称する）が構成され、このリング状の伝送システムを光信号が伝送するようになっている。そして、このリング伝送路において、光信号は、複数のタイムスロットが時間多重されて伝送するようになっており、その伝送態様は、OC48 (Optical Carrier 48) や OC192 (Optical Carrier 192) と呼ばれる方式が採用されている。

【0003】

このOC48とは、48個のタイムスロットが時間多重されて48回線が含まれたものであり、OC192とは、192個のタイムスロットが時間多重されて192回線が含まれたものである。そして、これら多重化されたタイムスロットは、半分が現用の回線（以下、現用回線と称する）に割り当てられ、また、残りの半分が予備用の回線（以下、予備回線と称する）に割り当てられている。なお、現用回線は、ワーキング回線とも呼ばれ、WorkingやWorkと表示され、一方、予備回線は、プロテクション回線とも呼ばれ、ProtectionやPTやPTCTと表示されることがある。

【 0 0 0 4 】

加えて、その多重化されたタイムスロットは、光信号が正確に目的地に伝送するように、データリンクチャネルと呼ばれる制御チャネルを有する。なお、以下の説明においては、このデータリンクチャネルをデータリンクと称することがある。

そして、よく知られているように、リング伝送システムにおいて、光伝送装置が、そのリング伝送システムに光信号を挿入し（光信号をアドする）、そのアドされた光信号は、光ファイバを伝送する。また、他の光伝送装置は、その伝送してきた光信号を抽出し（光信号をドロップ）、これにより、光信号は、リング伝送システム間を転送されるのである。すなわち、データリンクにより、アド・ドロップの情報が伝達されるようになっている。これにより、光ファイバで接続された光伝送装置は、それぞれ、データリンクの内容を読み出せるとともに、データリンクの内容を書き込むことができるようになっている。

【 0 0 0 5 】

なお、多重化されたタイムスロットによる回線の1つは、STS回線と呼ばれ、OC48等の構成単位の1つに相当する。具体的には、STS-1 (Synchronous Transport Signal Level 1)という回線が使用されており、このSTS-1回線の速度に関するフォーマットは、51.840Mbit/sの速度である。従って、OC48は、48個のタイムスロットが多重されているので、その速度は、2.4Gbps(51.840Mbit/s×48)である。

【 0 0 0 6 】

ところで、OC48において、48回線多重された光信号を伝送する構成は、1本の光ファイバを用いる2ファイバBLSR構成と、2本の光ファイバを用いる4ファイバBLSR構成との2種類がある。具体的には、2ファイバBLSR構成は、伝送容量の半分を現用回線用の帯域に割り当てて、もう半分を予備回線用の帯域に割り当てている。一方、4ファイバBLSR構成の場合は、一本の光ファイバが現用回線用の帯域に割り当てられ、もう一本が予備回線用の帯域に割り当てられている。近年は、4ファイバBLSRが用いられ、現用回線用の帯域が大幅に確保され、現用回線用の帯域が、より有効に利用できるようになってい

る。そして、この4ファイバBLSRは、2ファイバBLSRよりも、複雑な回線設定や回線切り替えを行なえるようになっている。

【0007】

このリングにおける光信号の伝送は、単一方向だけ伝送可能なUPSR(Unidirectional Path-Switched Ring)構成と、双方向伝送可能なBLSR(Bi-directional Line-Switched Ring)構成とがあり、STS(Synchronous Transport Signal)回線を有効に利用できるBLSR構成が主流となってきている。

さらに、BLSRは、後述するように、ノーマルBLSRとサブマリンBLSRとの2態様がある。

【0008】

図58はUPSR構成の模式図であり、この図58に示すリング伝送システム80は、光信号が単一方向のみ伝送できるリング伝送システムである。このリング伝送システム80は、A、B、C、D、EのノードID(Node Identification)を付された5種類の光伝送装置(ノード)を有し、ノードBにアドされた光信号は、ノードB、ノードC、ノードDの経路を通過してドロップされる一方、ノードA、ノードE、ノードDの経路を通過してドロップされる。ここで、ノードとは、光伝送装置と同一のものであり、以下の説明中、リング接続についての説明で、光伝送装置をノードと称することがある。このリング伝送システム80は、ノードA、ノードB間やノードA、ノードC間で光ファイバが何らかの障害(回線障害)が発生することにより、切断された場合は、光信号の伝送が遮断される。

【0009】

図59(a)～(c)はそれぞれBLSR構成の模式図であり、各ノード間には現用回線と予備回線との2回線が設けられている。この図59(a)に示すリング伝送システム81aは、光信号が双方向に伝送できるリング伝送システムである。そして、ノードBから、ノードDに対して送信された場合は、ノードCを介して、ノードDから出力される。図59(b)はノードB、ノードC間に障害が発生した場合のBLSR構成の模式図であり、この図59(b)に示すノードB、ノードC間に障害が発生した場合は、ノードBにアドされた光信号は、逆の方向のループを通り、ノードIDで、B、A、E、D、C、Dという経路を通っ

て、ノードDにてドロップされる。また、図59(c)はノードC、ノードD間に障害が発生した場合のBLSR構成の模式図であり、この図59(c)でも、ノードBでアドされた光信号は、B, C, B, A, B, D(ノードID)を通して、ノードDにてドロップされる。従って、光信号の伝送方向は2通りある。

【0010】

このBLSR構成は、同一回線に、複数の光信号を伝送させることができるので、リング伝送システムがアイドル状態の時は、回線切り替えが行なわれていないことを利用して、予備回線で別の光信号を伝送させることができる。すなわち、予備回線は、これら複数の現用回線の光信号と予備回線の光信号とを共用している。このため、予備回線は、複数の回線を収容しているので、回線切り替えが行なわれた場合は、これら複数の回線の間で、光信号が誤って転送される接続(ミスコネクト)が発生する可能性がある。

【0011】

従って、より複雑な回線切り替えが行なえるように、各ノードは、スケルチテーブル(Squelch Table)やリップテーブル(Ring Interworking on Protection Table: 以下、RIPテーブルと称する)を設けている。以下、スケルチテーブルについて、図60から図63を用いて説明する。また、RIPテーブルについては、リング伝送システムの接続形態を表すDCP(Drop and Continue on Protection)接続、DTP(Dual Transmit on Protection)接続と関連が深いので、そのDCP接続及びDTP接続とついて、図64から図69を用いて説明するときに、併せて説明する。

【0012】

上記のスケルチとは、リング伝送路の2箇所以上で障害が発生してリング伝送路が分断された状態になった場合に、伝送されている光信号が誤ったノードに接続されるのを防止し、光信号を救済するために行なわれる処理であって、具体的には、各ノードが、光信号にAIS(Alarm Indication Signal)を加える操作を意味する。これにより、光信号の混信が防止される。なお、このスケルチは、スケルチングやスケルチ処理とも称されるが、同一の意味で使用するとし、また、リング伝送路が分断される状態のことを、リングセグメンテーション: Ring

Segmentation) と称されることがある。

【0013】

そして、このスケルチ機能を発揮するために、各ノードには、スケルチテーブルが設けられている。スケルチテーブルとは、スケルチするために必要な回線接続情報が書き込まれたテーブルであって、現在運用されている回線において、個々のアドノードのIDとドロップノードのIDとを示すデータが書き込まれたテーブルをいう。また、このスケルチテーブルは、STS回線毎に個別に設けられており、このスケルチテーブルによって、各ノードは、どのノードからどのノードまでパス（経路）が設定されているかについてのクロスコネクト情報を得ることが可能となる。すなわち、このクロスコネクト情報とは、BLSR構成において、1箇所のノードにおいて、光信号をどの方向に振り分けるか、あるいは、スルーさせるかという回線の接続状況を示すものである。

【0014】

そして、各ノードは、それぞれ、光信号について、スケルチするか否かの判定を行なって障害が発生した場所を特定して、この場所とスケルチテーブルとを比較することによって、光信号を救済できるか否かを判定するようになっている。また、救済不可能な場合はスケルチが行なわれる。

上述したように、BLSR構成のリング伝送路では、協調して光信号の迂回路を形成するために、全ノードが、リング伝送路の障害が発生した箇所と、自ノードとの位置関係を的確に知る必要がある。この位置関係を決定するために、各ノードは、それぞれ、個別のノードIDを割り振られるとともに、各ノードは、それぞれ、これらのノードIDの並び順をトポロジー（リングトポロジー）として有するようになっている。

【0015】

図60はトポロジーを説明するための図である。この図60に示すBLSR構成のリング伝送システム82は、4基のノードA、B、C、Dを有し、各ノード間は、それぞれ、現用回線と予備回線とにより光信号を伝送させるようになっている。また、各ノードは、それぞれ、隣接する2基のノードの方向別にE（East）とW（West）とを有する。この方向の決め方は、図60に示すリング伝送システ

ム 8 2 を上から見て、右回りに伝送する方向を E 方向 (W→E 方向, E a s t 方向周り, 時計方向) と定義し、また、左回りに伝送する方向を W 方向 (E→W 方向, W e s t 方向, 反時計周り方向) と定義する。ここで、各ノードは、それぞれ、自ノードを常に先頭にしたトポロジー (T P L G Y) を有する。例えばノード A は、自ノード A を先頭に、トポロジー A, B, C, D を有する。

【 0 0 1 6 】

図 6 1 は、データリンクのフォーマットを示す図である。上述したように、データリンクは、クロスコネクト情報を有し、アドノードの I D とドロップノードの I D とが書き込まれている。

そして、アドノードの I D はソースノード I D (Source Node ID) 、ドロップノードの I D はデスティネーションノード I D (Destination Node ID) と記載される。

【 0 0 1 7 】

この図 6 1 に示すデータリンクは、E→W 方向と W→E 方向とを別々に有し、これらの方向毎に、それぞれ、送信データと受信データとを有する。

また、各クロスコネクト情報は、1 バイトで管理されており、全て合計すると 8 バイトである。そして、各 1 バイトは、4 ビットづつを、ソースノード I D 部と、デスティネーションノード I D 部とに割り当てており、送信及び受信に関する情報が管理されている。これにより、このデータリンクは、クロスコネクト設定が行なわれ、どこからどこへ接続されたかが、各ノードで認識されるようになっている。

【 0 0 1 8 】

図 6 2 (a) はアドノードとドロップノードとを有するリング伝送路の模式図であり、ノード A, ノード B, ノード C がそれぞれ、接続されている。そして、この図 6 2 (a) に示すノード C において、光信号がアドされて、パス 2 を用いて、ノード B に伝送され、ノード A において、ドロップされるようになっている。また、ノード B において、光信号がアドされて、パス 1 を用いてノード C に伝送され、ノード C において、その光信号がドロップされるようになっている。

【 0 0 1 9 】

また、図62(b)はノードBのスケルチテーブルの一例を示す図である。この図62(b)に示すスケルチテーブル84は、2種類のパス1, 2を有し、それらのパス毎に、アドノードを示すソースノードIDと、ドロップノードを示すデスティネーションノードIDとが書き込まれている。

そして、図62(c)は各ノードでのスケルチテーブル値を比較するための図であり、スケルチテーブル83a, 83b, 83cが表示されている。この図62(c)に示すスケルチテーブル83aは、ノードA(Node A)のWest側に相当するものであって、ノードC(Node C)でアドされたパス2の光信号がノードAでドロップされることを示している。また、スケルチテーブル83bは、ノードB(Node B)のEast側とWest側に相当するものであって、East側にアドノードCのID, ドロップノードAのIDが書き込まれており、さらに、West側には、E→W方向にアドノードCのID, ドロップノードAのIDが書き込まれるとともに、W→E方向にアドノードBのID, ドロップノードCのIDが書き込まれる。さらに、スケルチテーブル83cについても同様に、East側のE→W方向に、アドノードBのID, ドロップノードCのIDが書き込まれており、East側のW→E方向にアドノードCのIDとドロップノードAのIDが書き込まれている。

【0020】

また、この図62(c)に示す、スケルチテーブル83bの下に、Source及びDest(Destination)と付された8個の枠が示されているが、これらは、それぞれ、スケルチテーブル83a, 83b, 83cが有する8個の枠内の同一位置に示されるIDを表すものである。例えば、スケルチテーブル83bのWest側のE→W方向にあるB及びCは、それぞれ、デスティネーションノードID及びソースノードIDを表している。

【0021】

換言すれば、アドされたノードは、ソースノードID部に自ノードのIDを入力し、デスティネーションノードID部に受信したデータリンクのデスティネーションノードID部を入れて送信する。また、ドロップされたノードは、デスティネーションノードID部に自ノードを入れ、ソースノードID部に受信したデ

ータリンクのソースノードIDを入れて送信するのである。

【0022】

次に、3ノード時のデータリンクにおけるデータの流の具体例を、図63（a）～（f）を用いて説明する。図63（a）は3ノードが接続された模式図であり、ノード1～3がそれぞれ、ノードIDとして1～3を有する。また、図63（b）は初期状態での各ノードにおけるデータリンクの内容を示す図であり、ノード1において、アドクロスコネクがなされたことにより、ノード1は、E→W方向のソースノードID部に、自ノードの絶対ノードIDを書き込む。さらに、図63（c）はノード1でアドクロスコネクが設定されたときの各ノードにおけるデータリンクの内容を示す図であり、この図63（c）に示すように、ノード1のE→W方向のデスティネーションノードID部には、ノード1が受信しているデスティネーションノードのノードIDが入れられて送信されている。

【0023】

図63（d）はノード2においてE→W方向のスルー設定がなされた場合の各ノードにおけるデータリンクの内容を示す図であり、ノード2は、ドロップノード3を受信し、この値を送信し、E側から受信したデータをそのままW側に送信する。

次に、図63（e）はノード3においてドロップクロスコネクがなされた場合の各ノードにおけるデータリンクの内容を示す図である。ノード3は、ドロップクロスコネクを実施することにより、E→W方向のデスティネーションノードID部に、自ノードの絶対ノードIDを書き込み、また、送信するソースノードID部に、受信したソースノードID部をコピーして送信する。そして、ノード1は、受信したデスティネーションノードID部が変化したことを検出することにより、再度デスティネーションノードID部を入れ替えて送信する。

【0024】

図63（f）は各ノードのスケルチテーブルの内容を示す図であるが、この図63（f）のように、全ノードで送信側のスケルチテーブルと、受信側のスケルチテーブルとが同一データとなり、ノード1は、このリング伝送路におけるデータリンクが完成したものと判断し、ノード1は、スケルチテーブルを、本データ

リンクに基づいて、データを取り出して作成するのである。

【0025】

このため、スケルチテーブルを生成するには、多量の設定項目が存在するので、その設定項目を極力少なくすることが要求されている。また、光伝送装置の設定を、簡易に行なえるように、データリンクの情報を使用して各ノードにおける各設定が自動的に行なわれることが求められている。

また、従って、リングが1つの場合は、予備回線用の帯域は、切り替えが発生すると、現用回線用の帯域に置き替えられるために、スケルチ動作をする必要がなく、回線設定によりデータリンクを使用し、回線設定の状態を通知する必要がない。

【0026】

なお、予備回線用の帯域でクロスコネクトを実施しても、予備回線用の帯域は、切り替えが発生すると、必ず、現用回線用の帯域の情報が乗せ替えられるので、予備回線用の帯域としてミスコネクトの可能性がない。従って、予備回線用の帯域は、スケルチテーブル構築を実施する必要がないため、予備回線用の帯域については、スケルチテーブル構築用のデータリンクは使用されていない。

【0027】

ところで、BLSRの仕様によれば、通常、一つのリングが有するノード数は16であり、それ以上のノード数が必要な場合は、2以上のリングを相互に接続するようにしている。このリング間の相互接続方式は、リング・インターコネクションとも呼ばれ、DCW (Drop and Continue on Working) 及びDTW (Dual Transmit on Working) と、DCP (Drop and Continue on Protection) 及びDTP (Dual Transmit on Protection) との4種類がある。

【0028】

そして、各ノードは、自分がこれら4種類のリング・インターコネクションのうちどれに属するかを、RIPテーブルと呼ばれるものによって、知ることができるようになっている。

次に、RIPテーブルについて説明する。このRIPテーブルとは、2つ以上のリング伝送システム間を接続するために必要な情報が書き込まれたテーブルで

ある。

【0029】

そして、このRIPテーブルにより、2個以上のリングが接続されたリング伝送システム（デュアルリング伝送システムとも称する）が実現されるのである。

ここで、DCP（DCPアプリケーション）及びDTP（DTPアプリケーション）では、それぞれ、プライマリノードとセカンダリノードとの間において、光信号が予備回線で伝送される。さらに、DCW（DCWアプリケーション）及びDTW（DTWアプリケーション）では、それぞれ、プライマリノードとセカンダリノードとの間において、光信号が現用回線で伝送される。

【0030】

従って、DCP及びDTPのグループと、DCW及びDTWのグループとの相違点は、光信号の伝送が、予備回線であるか又は現用回線であるかによる。以降、特に断らない限り、DCP及びDTPを例にして説明を行なう。

また、これらDCP接続又はDTP接続とは、リング伝送システムにおいて、光信号をアドされて、そのアドされた光信号を他のリング伝送システムにドロップする場合に、アドノードを2箇所設けて、ドロップノードにおいて、アドされた2系統の光信号のうち良い方が選択されてドロップされるようにした接続構成を意味する。

【0031】

例えば、第1のリング伝送システムと第2のリング伝送システムとが結合したリング伝送システムにおいて、他の外部のリング伝送システムから送信された光信号が第1のリング伝送システムにアドされて、そのアドされた光信号が第2のリング伝送システムに送信された後、他の外部のリング伝送システムにその光信号をドロップする場合を考える。

【0032】

ここで、第1のリング伝送システムにある1箇所のノードが、異なる他のリング伝送システムから光信号を受信してその光信号を第2のリング伝送システムに送信する場合に、第2のリング伝送システムを構成する2箇所のノードにて、光信号を第1のリング伝送システムから別々に受信する。

ここで、第2のリング伝送システムにある2箇所のノードは、それぞれ、プライマリノード (Primary Node) と、セカンダリノード (Secondary Node) と呼ばれている。また、第2のリング伝送システムにあるノードであって、第1のリング伝送システムからの光信号を他の外部のリング伝送システムに送信するノードは、ドロップノード (Drop Node) と呼ばれる。

【 0 0 3 3 】

そして、プライマリノードとセカンダリノードとで別々に受信された光信号は、それぞれ、2系統で第2のリング伝送システムを伝送し、ドロップノードにて、それら2系統の光信号から、より良い光信号が選択されて他の外部のリング伝送システムに送信されるようになっている。

また、このDCP接続と、DTP接続との違いは、プライマリノードとセカンダリノードとの位置関係によって次のように呼び分けられている。具体的には、DCP接続とは、プライマリノードとセカンダリノードとの間に、ドロップノードがない接続構成であり、そして、DTP接続とは、プライマリノードとセカンダリノードとの間に、ドロップノードがある接続構成である。

【 0 0 3 4 】

以下、図64～図69を用いて、DCP、DTPについて説明する。

図64はDCP接続の模式図である。この図64に示すリング伝送システム90とリング伝送システム91とが、それぞれ、自システムが有する相互のノードが結合することによって構築され、これら複数のリング伝送システムを光信号が伝送できるようになっている。ここで、図64に示す実線は現用回線 (Work と表示されたもの) を表し、点線は予備回線 (P T C T と表示されたもの) を表す。なお、ノード90a内には、データの乗せ替えを行なうサービスセクタSSが表示されており、また、DCP接続を明示するために、DCPと表示されている。

【 0 0 3 5 】

さらに、リング伝送システム90、91は、それぞれ、伝送リングをも意味する。従って、リング伝送システム90、91は、1つのリングと2又は3以上複数のリングが相互に接続されたものとの両方を意味する。そのため、以下の説明

においては、リング伝送システムを、単に、伝送リングあるいはリングと称することもある。

【0036】

そして、リング伝送システム90は、リング伝送システム91から、プライマリノード90aとセカンダリノード90bとの2箇所のノードにて、光信号を受信し、セカンダリノード90bは、その受信した光信号を予備回線にてプライマリノード90aに送信する。ここで、プライマリノード90aは、現用回線と予備回線とで受信した2系統の同じ光信号のうち良い方を選択して、品質の良い方をドロップノード90cに送信し、ドロップノード90cは、その光信号を外部の他のリング伝送システムに送信するようになっている。

【0037】

図6.5(a)はDCP接続の構成図であり、図6.5(b)はDCP接続された各ノードのスケルチテーブルの説明図である。この図6.5(a)に示すDCP接続は、ドロップノード90c(ノード1とも称する)と、プライマリノード90a(ノード3とも称する)と、セカンダリノード90b(ノード5とも称する)とを有し、また、ドロップノード90cは、これらプライマリノード90a、セカンダリノード90bの間の外側に配置されている。そして、プライマリノード90aとセカンダリノード90bとにおいて、それぞれ、光信号がアドされ、それらの2系統の光信号は、プライマリノード90aにおいて、品質の良い方が選択されて、ドロップノード90cに送信され、そして、このドロップノード90cから、他のリング伝送システム(図示省略)に光信号が送信されるのである。

【0038】

一方、ドロップノード90cからアドされた光信号は、現用回線にて伝送しプライマリノード90aにてドロップされるとともに、予備回線を伝送しセカンダリノード90bにてドロップされる。すなわち、プライマリノード90aにて、ドロップ(drop)かつ伝送続行(continue)がなされている。

また、図6.5(b)に示すように、スケルチテーブルの設定は、現用回線が通過しているノード1, ノード3間だけで行なわれており、予備回線を使用しているノード4, ノード5間は、スケルチテーブルが設定されないようになっている

。そして、このノード1，ノード3間において、DCP接続されたパスの両端のノードIDが、ソースノードID及びデスティネーションノードIDとして設定されている。

【0039】

次に、図66はDCP接続におけるプライマリノード及びセカンダリノードの動作説明図である。この図66に示すように、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合には、セカンダリノードが、プライマリノードと逆方向の予備回線に、アド・ドロップ制御を実施し、プライマリノード側の予備回線には、警報信号であるAISを書き込む。そして、セカンダリノードを含まない現用回線に障害が発生した場合には、プライマリノードは、光信号の伝送続行を禁止させ、SSの設定をアドノード側に固定する。また、セカンダリノードは、プライマリノード方向の予備回線に、光信号のドロップと伝送続行とを行ない、プライマリノードへ光信号を伝送する。また、予備回線の障害が発生した場合や、光信号が通過していないスパン（区間）での障害が発生したときは、予備回線に対して、アド・ドロップの制御を実施し、プライマリノード側の回線には、AISを書き込む。

【0040】

一方、図67はDTP接続の模式図である。この図67に示すリング伝送システム92とリング伝送システム93とが結合し、光信号が伝送できるようになっている。なお、図67に示す実線は現用回線（Workと表示されたもの）を表し、点線は予備回線（PTCTと表示されたもの）を表す。

ここで、リング伝送システム92は、リング伝送システム93から、プライマリノード92aとセカンダリノード92bとの2箇所のノードにて、光信号を受信する。そして、プライマリノード92aは、その受信した光信号を現用回線にてドロップノード92cに送信し、また、セカンダリノード92bは、その受信した同じ光信号を予備回線にてドロップノード92cに送信する。さらに、ドロップノード92cは、現用回線と予備回線とで受信した2系統の同じ光信号のうち良い方を選択して、外部の他のリング伝送システム（図示省略）に送信するようになっている。なお、光伝送装置92c及び光伝送装置93c内には、それぞ

れ、データを選択してドロップするためのスイッチ P S W (Path Switch) が表示されており、また、D T P 接続を明示するために、D T P と表示されている。

【0041】

さらに、図 6 8 (a) は D T P 接続の構成図であり、図 6 8 (b) は D T P 接続された各ノードのスケルチテーブルの説明図である。この図 6 8 (a) に示す D T P 接続は、プライマリノード 9 2 a (ノード 1 と称する) と、ドロップノード 9 2 c (ノード 3 と称する) と、セカンダリノード 9 2 b (ノード 5 と称する) とを有し、また、ドロップノード 9 2 c が、これらプライマリノード 9 2 a、セカンダリノード 9 2 b の間に配置されている。

【0042】

そして、プライマリノード 9 2 a とセカンダリノード 9 2 b とにおいて、それぞれ、外部のリング伝送システム (図示省略) から光信号がアドされ、その光信号は、2 系統の現用回線及び予備回線でドロップノード 9 2 c に送信される。それらの 2 系統の光信号は、ドロップノード 9 2 c において、より良い方が選択され、他のリング伝送システム (図示省略) に送信される。

【0043】

一方、ドロップノード 9 2 c で他のリング伝送システムからアドされた光信号は、現用回線にて伝送しプライマリノード 9 2 a にてドロップされるとともに、予備回線にて伝送しセカンダリノード 9 2 b にてドロップされる。

また、同様に、スケルチテーブルの設定が必要なノードは、現用回線が通過しているノード 1、ノード 3 間だけであり、予備回線を使用しているノード 4、ノード 5 間は、スケルチテーブルは設定されないようになっている。そして、このノード 1、ノード 3 間において、D T P 接続されたパスの P C A (Protection Channel Access) 区間のノード I D が、ソースノード I D 及びデスティネーションノード I D として設定されている。この P C A とは、回線切り替えが実施されていない場合に、予備回線に光信号を通すことを意味し、回線切り替えがなされた時には、現用回線が予備回線を使用するために侵食されてしまうものであって、優先度が低いものである。すなわち、セカンダリノードへの接続に際しては、現用回線を使わないように用いられることがある。

【0044】

さらに、図69はDTP接続におけるプライマリノード及びセカンダリノードの動作説明図であり、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合は、次のようになる。

すなわち、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合には、セカンダリノードは、予備回線へのアド・ドロップ制御をそのまま継続して実施する。一方、プライマリノードを含まない現用回線に障害が発生した場合には、プライマリノードは、通常の切り替え動作を行なう。ここで、プライマリノードが光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノード (Through Node) として動作する。また、セカンダリノードは、プライマリノード方向の予備回線に、光信号のドロップと伝送続行とを実施し、プライマリノードへ光信号を送信する。加えて、セカンダリノードは、ターミナルノード (Terminal Node) に向かう予備回線については、サービスセクタ S S の設定を行なう。なお、このターミナルノードとは、アド機能とドロップ機能とを有するノード、又は、ドロップ機能のみを有するノードを意味する。

【0045】

また、予備回線に障害が発生した場合や、光信号が通過していない区間で障害が発生した場合は、プライマリノードは、通常の切り替え動作を行ない、光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノードとして動作する。そして、セカンダリノードは、予備回線を使ったアド・ドロップのクロスコネクトを禁止する。

さらに、ターミナルノードを含む現用回線又は予備回線に障害が発生した場合は、プライマリノードは、やはり、通常の切り替え動作を行ない、光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノードとして動作する。そして、セカンダリノードも、同様に、予備回線を使ったアド・ドロップのクロスコネクトを禁止する。

【0046】

このように、DCP接続及びDTP接続は、2個以上のリング間を接続し、より一層、回線の使用効率を向上させるように用いられている。また、4ファイバ (又は2ファイバ) BLSRにおけるDCP接続及びDTP接続の場合は、予備回線用の帯域を含んだ形でスケルチテーブルを構築しなければならず、そのため

、DCP接続及びDTP接続におけるセカンダリノードは、それぞれ、障害が発生した区間により、回線切り替え動作を変更できる必要がある。従って、各ノードは、現用回線がどの区間で使用されているかという情報と、自分がDCP接続あるいはDTP接続におけるセカンダリノードとして定義されていることを認識して動作しなければならない。

【0047】

すなわち、パスに関係するノード数が増加するため、DCP接続やDTP接続の場合は、上述のスケルチテーブルだけではクロスコネクト情報を表現できなくなる。そして、より複雑なスケルチテーブルの構築と、回線毎に切り替えを管理するために、各ノード毎にRIPテーブルの構築が行なわれ、複雑な構成での切り替えに対応できるようになっている。このRIPテーブルは、スケルチテーブルとほぼ同一の内容を有し、プライマリと、セカンダリと、ターミナルとのそれぞれのノードIDが格納されるようになっている。さらに、これらの設定は、回線毎に必要であり、使用者が設定する場合は、各ノード毎及びSTS回線単位でかつ方向別になされなければならない。

【0048】

なお、BLSR技術に関しては、Bellcore社の仕様にSONETの分類で基準化（GR-1230）されており、その実現方法も公知であり、また、上記のUPSR技術についても、Bellcore社の仕様にSONETの分類で基準化（CR-1400）されて公知である。このため、以下、関連のあるものについて主に説明し、その他についての説明を省略する。

【0049】

上記BLSRは、特にノーマルBLSR（以下、図面中ではNormal BLSRと表記することがある）と称される。

このノーマルBLSRのうちで、さらに、救済時に余計なパス（冗長な部分のパス）を省いたものは、特にサブマリンBLSRと呼ばれている。すなわち、このサブマリンBLSRは、ノーマルBLSRから、そのノーマルBLSRを用いた場合に生じる品質劣化原因を取り除いたものである。

【0050】

このサブマリンBLSRは、例えば海底ケーブルにより大陸間を接続するノードに用いられている。米国西岸から日本に対して光信号を伝送するために、ハワイと日本との間は、海底ケーブルが設けられている。仮に、日本とハワイとの間で障害が発生した場合、ハワイにあるノードは、送信方向を日本からアラスカに変更し、アラスカを経由して日本に伝送される。ここで、光信号は、ハワイとその障害位置（障害点）との間の往復分だけ伝送するので、ループバックされると余計なパスがあるため光信号のロスが生じる。

【0051】

従って、そのような迂回距離が大きく、総じて数万キロメートルになる場合には、光信号は、最短経路でループバックされるようになっている。このため、サブマリンBLSRを用いると、光信号はターミナルノードにてループバックされ、また、余計なパスが無くなるようにされている。これにより、パス短縮の効果が顕著に現れ、光信号が救済されるのである。

【0052】

そして、ノーマルBLSRとサブマリンBLSRとを用いることにより、ネットワークの回線使用率や回線救済率を向上させることができ、近年のデジタル光通信における伝送容量の増大に応えることができる。

さらに、以下の説明において使用する、両端と片端とについて説明する。すなわち、両端とは、一つのリングの両端（2箇所のノード）においてDCP（又はDTP, DCW, DTW）接続されていることを意味し、片端とは、一つのリングの片端（片方のターミナルノード）においてDCP（又はDTP, DCW, DTW）接続されていることを意味する。

【0053】

さて、両端DCWとは、1つのリングが2つのリングと接続されている場合に、中央のリングが、それら2つのリングとDCW接続されているときの、その中央のリングの接続形態を意味する。

一方、片端DCWとは、1つのリングが2つのリングと接続されている場合に、中央のリングが、それらのリングのうちの1つのリングとDCW接続されているその中央のリングの接続形態を意味する。すなわち、他のリングとの接続箇所

がリング内で一箇所だけであることを意味する。また、これらの両端及び片端の意味は、以後同様の意味で使用する。

【 0 0 5 4 】

図 7 0 は片端 DCW の構成図であり、この図 7 0 に示すリング伝送システム 1 2 0 a は、リング 1 とリング 2 とが相互に接続されている。そして、リング 1 - ノード 3 (リング 1 のノード 3 を表す。以下の説明でも同様に表す) とリング 1 - ノード 4 とがペアになり、また、リング 2 - ノード 1 とリング 2 - ノード 6 とがペアになっている。

【 0 0 5 5 】

すなわち、この図 7 0 に示すリング 1 は、片端のノード 3, ノード 4 により DCW 構成となる。また、リング 2 は、片端のノード 1, ノード 6 により DCW 構成となる。

そして、これらのプライマリノード (Primary Node と表示されたもの) 及びセカンダリノード (Secondary Node と表示されたもの) のペアは、同一の光信号に対してアクセスし、他の伝送リングにその光信号を送信するのである。

【 0 0 5 6 】

これにより、ターミナルノード (リング 1 - ノード 1) からアドされた光信号は、リング 1 - ノード 2 を通って、リング 1 - ノード 3 のプライマリノードに到達し、このプライマリノードにて 2 分岐される。すなわち、一方の光信号は、そのままリング 2 - ノード 1 へ直接ドロップされ、他方の光信号は、セカンダリノード (リング 1 - ノード 4) にコンティニューされる。そして、コンティニューされた光信号は、リング 2 - ノード 6 のセカンダリノードにアドされてリング 2 - ノード 1 に転送される。

【 0 0 5 7 】

一方、リング 2 のプライマリノード (リング 2 - ノード 1) においては、リング 1 - ノード 3 から来た光信号と、リング 1 - ノード 6 から来た光信号とのうちのいずれか一方が選択されてリング 2 - ノード 2 へ転送され、最終的にターミナルノード (リング 2 - ノード 3) からドロップされる。

この片端 DCW は、DCP と異なり、図 7 0 に示すリング 1 - ノード 3 からリ

ング 1 - ノード 4 を経由して、リング 2 - ノード 6、リング 2 - ノード 1 へ到達される光信号のパスが、現用回線を用いて伝送されている。なお、これらの間が予備回線を用いて光信号が伝送されていれば、DCP となる。

【 0 0 5 8 】

この図 7 0 においては、リング 1 - ノード 4 からリング 2 - ノード 6 へ伝送されるパスが、現用回線を用いて伝送されている。従って、この現用回線を用いたパスは、冗長であるにも関わらず、その現用回線の光信号によって占有されてしまうので、その他の光信号は、この現用回線の同一チャネルを使用できず、回線利用効率の低下の原因となっていた。

【 0 0 5 9 】

また、DCW は、単一のリングでは、現用回線の光信号によって回線が占有されてしまうため、回線使用効率の低下原因となっていた。

なお、図 7 0 において、リング 2 - ノード 1 とリング 2 - ノード 6 との間には、他のノードが設けられるようにしてもよい。

図 7 1 は DTW の構成図であり、この図 7 1 に示すリング伝送システム 1 2 0 b は、リング 1 又はリング 2 内の片方のターミナルノードにて、双方向 (Dual) に光信号を現用回線 (Working) を用いて伝送 (Transmit) している。

【 0 0 6 0 】

この図 7 1 に示すリング 1 - ノード 3、リング 1 - ノード 4 と、リング 2 - ノード 1、リング 2 - ノード 6 との間がそれぞれ、プライマリノード、セカンダリノードにてリング間が相互に接続されている。

これにより、リング 1 - ノード 1 のターミナルノードからアドされた光信号は、East 方向周り (時計方向) に伝送されるものと、West 方向周り (反時計方向) に伝送されるものとに分岐される。まず、リング 1 - ノード 1 からの光信号は、リング 1 - ノード 2、リング 1 - ノード 3 のプライマリノードに到達し、そのままリング 2 - ノード 1、リング 2 - ノード 2 をそれぞれ経由して、ターミナルノードのリング 2 - ノード 3 へ転送される。一方、リング 1 - ノード 1 からアドされた光信号は、反時計方向でリング 1 - ノード 6、リング 1 - ノード 5、…、リング 2 - ノード 4 を経由してリング 2 - ノード 3 へ伝送される。

【0061】

そして、最終的には、リング2-ノード3のターミナルノードは、時計方向からの受信した光信号と反時計方向からの受信した光信号とのそれぞれについて、パススイッチ (Path Switch) し、どちらか一方の光信号をドロップするのである。

従って、リング1-ノード1 (ターミナルノード) にて、リング1-ノード3 (プライマリノード) から現用回線を用いて光信号と、その逆方向のリング1-ノード4 (セカンダリノード) から予備回線を用いた光信号とが、パス選択され、そして、そのうちの品質のよい方がドロップされて、他のリングに伝送されるのである。一方、リング1-ノード1 (ターミナルノード) にて、アドされる光信号に対しては、現用回線を経由したリング1-ノード3 (プライマリノード) への接続と、その逆方向のリング1-ノード4 (セカンダリノード) への接続が行なわれる。

【0062】

このように、DTWは、リング1-ノード3 (プライマリノード) にてサービスセクタ制御せず、また、リング1-ノード4 (セカンダリノード) にてアド・ドロップの方向がDCPのそれと逆になる。そして、前述したDCWと同様に、DTWは、East方向周りの光信号とWest方向周りの光信号との両方が、いずれも、現用回線を用いて伝送されている。

【0063】

次にRIPテーブルを用いた回線接続形態の説明を図72及び図73を用いて説明する。図72は片端DCPの構成図であり、この図72に示すリング伝送システム120cは、リング1内の片方のターミナルノード (リング1-ノード3, リング1-ノード4) にて、DCPしており、同様に、リング2内の片方のターミナルノード (リング2-ノード1, リング2-ノード6) にて、DCPしている。

【0064】

また、図72に示すリング2-ノード1は、リング2-ノード3 (ターミナルノード) から現用回線を経由する光信号をドロップし、かつ、その光信号をセカ

ンダリノード（リング２－ノード６）に対してコンティニューする。また、セカンダリノード（リング２－ノード６）は、予備回線を用いて、その光信号をドロップする。

【 0 0 6 5 】

一方、リング２－ノード１は、現用回線を用いてリング１－ノード３が送信した光信号と、予備回線を用いてリング２－ノード６が送信した光信号とを、入力され、サービスセクタＳＳによって、選択してリング２－ノード２に対して現用回線を用いて光信号を送信する。

ここで、片端ＤＣＷ（図７０参照）との相違点は、リング１－ノード３からリング１－ノード４を通過して、リング２－ノード６、リング２－ノード１へそれぞれ伝送される光信号が予備回線を用いて伝送されている点である。すなわち、光信号は、リング１－ノード３から最終的にリング２－ノード１へ、現用回線を用いて伝送されている。ここで、ＲＩＰテーブルを用いてリングを相互に接続すると、その予備回線を用いて相互接続されている区間は、現用回線により別の光信号を伝送できるため、片端ＤＣＰは、片端ＤＣＷと比較して回線利用効率が高くなる。

【 0 0 6 6 】

すなわち、片端ＤＣＰと片端ＤＣＷとの相違点は、リング１－ノード３、リング１－ノード４と、リング２－ノード１、リング２－ノード６との間のそれぞれのプライマリノード、セカンダリノード間におけるリング間の相互接続部分である。

なお、図７２において、リング２－ノード１とリング２－ノード６との間には、他のノードが設けられるようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

図７３はＤＴＰの構成図であり、この図７３に示すリング伝送システム１２０ｄは、リング内の片方のターミナルノードにて、ＤＴＰ構成されているものである。すなわち、リング１では、リング１－ノード１（ターミナルノード）にて、リング１－ノード３（プライマリノード）から現用回線を経由する光信号と、その逆方向のリング１－ノード４（セカンダリノード）から予備回線を経由する光

信号とが、パス選択されてドロップされる。

【0068】

一方、アド光信号に対しては、現用回線を経由してリング1-ノード3（プライマリノード）に接続され、予備回線経由でリング1-ノード4（セカンダリノード）に接続される。

なお、リング2においても同様であり、リング2-ノード3（ターミナルノード）にて、リング2-ノード1（プライマリノード）から現用回線を経由する光信号と、その逆方向のリング2-ノード6（セカンダリノード）から予備回線を経由する光信号とが、パス選択されてドロップされる。一方、アド光信号に対しては、現用回線を経由してリング2-ノード1（プライマリノード）に接続され、予備回線経由でリング2-ノード6（セカンダリノード）に接続される。

【0069】

このDTPと、DCPとの違いは、プライマリノードとセカンダリノードとの位置関係によって次のように呼び分けられ、DCPとは、プライマリノードとセカンダリノードとの間に、ドロップノードがない接続であり、そして、DTPとは、プライマリノードとセカンダリノードとの間に、ドロップノードがある接続である。DCPとの違いは、プライマリノードにてサービスセクタSSが形成される。なお、DTPは、DTWと異なり、リング1-ノード1からアドされる反時計方向の光信号は、予備回線を用いて伝送される。

【0070】

すなわち、リング1においては、リング1-ノード3とリング1-ノード4とにおいてそれぞれ、DTPされており、リング1-ノード1及びリング1-ノード6においては、DTPされていない。

このように、2箇所のアドノードにてアドされた2系統の光信号のうちの良い方が選択されてドロップされ、RIPテーブルによりリングを相互接続した場合、予備回線を用いて相互接続している間の回線区間は、現用回線を用いてその他の光信号伝送に利用できるため、DTWと比較して回線利用効率が高い。

【0071】

次に、ノーマルBLSRにおける障害発生時のループバック制御について、図

7 4 及び図 7 5 を用いて説明する。

図 7 4 は通常時のノーマル B L S R (Normal-BLSR時の通常時) としての伝送の説明図である。この図 7 4 に示すリング 2 0 0 のノード C において、W (W e s t) 側からアドされた光信号は、反時計方向に伝送され、ノード B、ノード A を通って、最終的にノード F に到達し、ノード F の E (E a s t) 側からドロップされる。この逆に、ノード C の E 側からアドされた光信号は、時計方向にノード D へ伝送され、ノード D の W 側からドロップされる。

【 0 0 7 2 】

従って、ノーマル B L S R における光信号は、リング 2 0 0 内の同一の現用回線を用いて送信されるので、U P S R と比較して回線利用効率が高い。

次に、図 7 5 は回線救済制御 (Normal-BLSR時の救済制御) の説明図であり、図 7 4 に示すリング 2 0 0 において、ノード A とノード B との間にて障害が発生した場合の回線救済を制御したときの光信号の流れを表している。

【 0 0 7 3 】

ここで、障害が発生すると、この図 7 5 に示すノード A 及びノード B は、それぞれ、障害位置の両側にある障害ノードとして、光信号をループバックする。そして、回線情報は、この図 7 5 に示すノード C から反時計方向によりノード F に対して送信される。

すなわち、ノード B にて、光信号は、現用回線から予備回線へのブリッジによりループバックされて、再度、ノード C、ノード D、ノード E、ノード F、ノード A を通って、再度ノード F に折り返されてノード F の E (E a s t) 側からドロップされる。また、ノード C からノード D へ伝送されていた光信号は、その障害の影響を受けないのでそのまま伝送され続ける。

【 0 0 7 4 】

ここで、ノード C からノード F に対して送信された光信号は、ノード F へ到達するまでに、余計なパスを通過している。この余計なパスとは、図 7 5 に示すノード B 及びノード C 間のパスと、ノード A 及びノード F 間のパスであって、迂回経路をいう。

このように、リングの接続の形態は、種々の種類があり、光信号は、安全に伝

送されているが、同時に、光信号は、そのリングを構成する各ノード間において、最短距離で伝送されることが要求される。

【0075】

なお、リング接続は、DCW（自ノード）-DCP（対向ノード）、DCW（自ノード）-DCW（対向ノード）等の接続も存在するが、これらの接続の違いのみに基づき、ループバックの制御方法が異なるものではない。

さらに、自ノードと対向ノードとのそれぞれにプライマリノードとセカンダリノードという接続形態がある。これは、リング間を相互に接続した場合に、プライマリノードにおいては、一つは、他のリングのプライマリノード又はセカンダリノードからドロップされて、自リングにアドされる光信号と、もう一つは、他リングのプライマリノード又はセカンダリノードからドロップされて自リングのセカンダリノードにアドされ、現用回線又は予備回線を経由してプライマリノードに到達する光信号とがある。

【0076】

そして、サービスセクタ機能により、これら前者と後者との光信号のうち、品質の良い方が選択されて、送信すべき目的ノードに対して光信号が伝送されるのである。このBLSRにおけるサービスセクタ機能とに関する技術は、SONETの規格（GR-1230）に記載されており、公知なため、詳細な説明を省略する。

【0077】

以下、この最短距離での伝送について、DCW（自ノード）-DCP（対向ノード）、DCW（自ノード）-DCW（対向ノード）という接続について、リング数が3のときを例として、ループバック制御について述べる。

図76はDCP-DCWのリング間相互接続の説明図であって、両端DCPの変形接続を示している。すなわち、この図76に示すリング2の一端がリング1とDCP接続され、リング2の他端がリング3とDCW接続されており、DCP構成のリング2-ノード4（セカンダリノード）とDCW構成のリング2-ノード6（セカンダリノード）との間が、予備回線、現用回線、現用回線により接続されている。そして、障害発生前は、リング3-ノード1から光信号がアドされ

て、リング1－ノード3にてその光信号がドロップされるのである。

【0078】

すなわち、まず、リング3－ノード1にて光信号がアドされ、リング3－ノード3に送信される。そして、そのノード3にて、一方は、リング2－ノード1へ送信され、他方はリング3－ノード4（セカンダリノード）を経由してリング2－ノード6へ送信され、リング2－ノード1（プライマリノード）へ送信される。

【0079】

さらに、リング2－ノード1においては、両方向から来る光信号がサービスセレクトタSSで選択されて、品質の良い方が、リング2－ノード2を経由してリング2－ノード3へ送信され、一方はリング1－ノード1へ送信され、他方はリング2－ノード4とリング1－ノード6とを経由してリング1－ノード1へ送信される。そして、リング1－ノード1にて、サービスセレクトタSSによりリング1－ノード3へ送信され、そこでドロップされるのである。ここで、リング2－ノード1（プライマリノード）とリング2－ノード6（セカンダリノード）との間において、光信号は、現用回線を通して転送されている。

【0080】

なお、図76において、リング2－ノード3とリング2－ノード4との間と、リング2－ノード1とリング2－ノード6との間には、それぞれ、他のノードが設けられるようにしてもよい。

次に、現用回線に障害が発生した場合に、回線救済がどのように制御されるかについて、障害によって光信号の伝送路が変わる部分を主に説明する。

【0081】

まず、図77を用いて障害が発生した場合に生じる迂回パスについて説明する。図77は障害発生時のリングの説明図であり、リングスイッチ機能を有するリング伝送システム500にて障害が発生した場合の動作が表示されている。この図77に示すものは、DCP－DCW接続であり、また、リング2－ノード3及びリング2－ノード4のそれぞれの対向ノードに相当するプライマリノード（リング2－ノード1）とセカンダリノード（リング2－ノード6）との間で障害が

発生したものとする。この例において、D C P（自ノード）－D C W（対向ノード）間が、従来の装置における回線救済を示している。

【0082】

ここで、リング2－ノード1，リング2－ノード6間で障害が発生すると、まず、リング3－ノード4から、リング2－ノード6に伝送された光信号は、障害発生によってリングブリッジされてW e s t方向周りの予備回線を通り、ループバックされる。従って、リング2－ノード6において、光信号のパスが変更されている。

【0083】

続いて、このループバックされた光信号は、リング2－ノード5、リング2－ノード4を介してリング2－ノード3へ転送される。そして、W e s t方向周り（反時計方向）の予備回線を通して転送された光信号は、リング2－ノード3のリングスイッチによって、E a s t方向周り（時計方向）の現用回線に切り替えられて救済されるのである。

【0084】

なお、先の、リング2－ノード6でループバックされ、リング2－ノード5、リング2－ノード4へ予備回線を通じた光信号は、このリング2－ノード4にてドロップされ（D T P－スイッチードロップ－W e s t）されてリング1－ノード6へアドされる。さらに、このアドされた光信号は、リング1－ノード1へ転送され、リング1－ノード1にてサービスセレクト制御されて、リング1－ノード2、リング1－ノード3へ転送されて、そこでドロップされる。

【0085】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、B L S R構成は、A P S信号のバイト制限より、1つのネットワークのノード数は、16ノードまでと制限されており、また、現状のデータリンクでは、4ビットで、絶対ノードI Dを表しているため、4ビットで表現できる全てのデータ（0～15）は、ノードI Dを示すのに使用されており、付加的な情報を表現するための領域が存在していない。従って、セカンダリノードにおける現用回線と使用区間とを通知するために、フラグ等を使用して情報を送信す

ることができず、切り替え処理を正常に行なうたの情報を通知することができない。

【0086】

その上、回線設定を実施し各情報が通知されるときに、各ノードは、どのようなタイミングで、データリンク上のデータが変化するかを認識できない。従って、各ノードは、スケルチテーブルの変更が完了していない旨を認識できるようにし、切り替えによって起こりうるミスコネクトを事前に防止する必要がある。ここで、データリンク内に複数の情報を通知することになると、各ノードは、いつデータリンクの変更が完了したかを認識することができない。

【0087】

また、さらに、各ノードは、データリンクを構築している途中で障害が発生したときに、あるノードから先にデータリンクが伝送されていないことを知ることができない。従って、各ノードは、正常に全てのノードでデータリンクが受信され、スケルチテーブルが構築されているかを認識できない。

このため、次のような6つの課題が生ずる。まず、最初に、DCP接続、DTP接続において、各ノードが、スケルチテーブル及びRIPテーブルを構築し、クロスコネクト設定を実施すると、データリンクの値が常に変化する。この場合、末端ノードにおいても、自ノードのノードIDを使用しないでスケルチテーブルを構築しなければならないことがあり、末端ノードは、データリンク完了と判断して良いか否かを明確に判断できず、また、予備帯域を含めてデータ構築を行わなければならない。従って、現状の方法では、各ノードは、予備帯域の設定状態を通知することができないという課題がある。

【0088】

また、第2に、これらのRIPテーブルとスケルチテーブルとは極めてその性格が似たテーブルである一方で、互換性がない。これらの光伝送装置のハードウェアは、スケルチテーブルを構築するために作られており、情報量が多いRIPテーブルの構築には向いていないが、リング伝送システムにおいて新規装置が従来装置と接続されることがあるので、ハードウェアを新たに作り直すことは出来ないという課題がある。

【 0 0 8 9 】

また、第3に、セカンダリノードに対して、2ノード以上の情報を通知するにも4ビットで表現できる値の中に意味をもたない値がデータリンク上になく、変化する情報の中でどれが何を示す値なのかを通知することができず、使用者がSTS回線毎に、各種の設定を行なわなければ、正常なシステム運用ができない。さらに、スケルチデータが完成するまでの間に、切り替えが発生した場合は、スケルチ動作が正常に動作し得ないので、警報が各ノードに通知されることによって、その旨を周知させる必要がある。この場合でも、各ノードは、いつスケルチテーブル及びRIPテーブルが完成したかを認識できないので、警報の発生、解除を通知することが出来ないという課題がある。

【 0 0 9 0 】

さらに、第4に、複雑な操作によって、システムの構築を実施するため、光伝送装置を正常に動作させるために数多くの設定が必要となり、使用が困難な光伝送装置となってしまう、また、データリンクの情報量を変えて、対策を実施する場合は、現状出荷している光伝送装置のハードウェアの改造が必須となり、運用されている光伝送装置のハードウェアを入れ替える作業が発生するという課題が発生する。

【 0 0 9 1 】

加えて、次の第5の課題と第6の課題とがある。

すなわち、図75に示す回線救済制御において、障害が発生すると、光信号は余計なパスを通過するので、光信号の伝送遅延をもたらし、かつ、光信号の劣化を引き起こす。従って、光信号の劣化は、中継装置の設置数を増加させなければならず、コストが上昇する。このため、最短距離でループバックできる機能を具備した装置の開発が、要望されているが、図77に示すリング2-ノード3は、リング2-ノード4から予備回線を経由してきた光信号を、リングスイッチの切り替えにより選択している。このため、リング3-ノード3（プライマリノード）、リング2-ノード1（プライマリノード）、リング2-ノード2を介して受信した光信号は、まったく選択されず、品質の高い光信号を受信できない。

【 0 0 9 2 】

さらに、図 7 8、図 7 9 はいずれもリングスイッチ機能がないネットワークにて障害が発生した場合の説明図であり、この図 7 8 に示すリング 2 - ノード 1 とリング 2 - ノード 6 との間において障害が発生している。

ここで、リング 2 - ノード 6 において、リング 3 - ノード 4 からの光信号は、リングブリッジされ、この光信号は予備回線を通過して、障害検出ノードであるリング 2 - ノード 1 にてリングスイッチされる。そして、リング 2 - ノード 1 にてサービスセクタ制御され、光信号はリング 2 - ノード 2 に戻り、リング 2 - ノード 3 からリング 1 - ノード 1 へドロップされる。ここで、リング 2 - ノード 3 において、リング 2 - ノード 2 から受信した光信号が無条件に選択されて、リング 1 - ノード 1 に転送されている。

【 0 0 9 3 】

しかしながら、第 5 に、このように障害検出ノード（リング 2 - ノード 1）にてループバックが行なわれると、リング 2 - ノード 4 からリング 2 - ノード 1 までの予備回線にて余計なパスを通過し、光信号の品質が低いという課題がある。

また、図 7 9 において、障害がリング 2 - ノード 4 とリング 1 - ノード 6 との間にて発生すると、リング 2 - ノード 4 にて最短距離でドロップされていた光信号は、そのパスを失う。従って、リング 2 - ノード 4 から、光信号が出力され、その光信号はリング 2 の予備回線をほぼ一周し、そして、リング 2 - ノード 1 にてループバックされてから、リング 2 - ノード 3 からリング 1 - ノード 1 にドロップされる。従って、第 6 に、やはり、回線救済のために、余計なパスを通過しているという課題がある。

【 0 0 9 4 】

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、時分割多重された光信号が双方向に伝送しうるリング伝送システムにおいて、複数の箇所で伝送経路の切り替えが行なわれた際に、スケルチを正常に行なうためのスケルチテーブルの構築と、各ノードが D C P 接続又は D T P 接続を認識するのに必要な R I P テーブルの構築とが、データリンクの設定が行なわれるのと同時に、自動的に、かつ、最小限の設定により行なわれるようにして、リング伝送システムが正常動作することを第 1 の目的とする。

【 0 0 9 5 】

また、本発明は、既存のハードウェアを用いてスケルチテーブルを高速に作成して、効率的な情報伝送を可能とするとともに、スケルチテーブルに比べて情報量が多いR I Pテーブルの構築が効率よく行なわれることを第2の目的とする。

さらに、本発明は、データリンクを構成する時でも現状のデータリンクが有する情報量のままで設定項目を増加させずに、上記のテーブル構築がなされるまでの警報発生が自動的に行なわれることを第3の目的とする。

【 0 0 9 6 】

加えて、本発明は、各ノードが、それぞれ、パス管理を一元的にできる回線接続テーブルを設けることにより、R I P機能と、現用回線及び予備回線とを最短距離でループバックさせる機能とを発揮し、また、対向ノードが使用している回線種別及びリング間接続形態を認識できるようにし、これにより、回線利用効率、回線障害救済率を向上させて、アド又はドロップしているターミナルノードにてループバックが行なえるとともに、4ノードのみならず、3ノード及び2ノードで構成されるリングが相互に接続できるようにすることを第4の目的とする。

【 0 0 9 7 】

併せて、本発明は、特別な回線障害が発生した場合（以下、特例と称することがある）には、特殊な光信号の救済を制御するとともに、リング・インターコネクションを行なうことを第5の目的とする。

【 0 0 9 8 】

【課題を解決するための手段】

このため、本発明のリング伝送システム用光伝送装置は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、データリンク読み出し手段にて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するト

ポロジ生成手段と、トポロジ生成手段にて生成されたトポロジに基づき、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に書き込むデータリンク書き込み手段と、データリンクチャネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段とをそなえて構成されたことを特徴としている（請求項1）。

【0099】

また、本発明のリング伝送システム用光伝送装置は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第1のリング伝送システムと、データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第2のリング伝送システムとが結合したリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、データリンクチャネルのクロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、データリンク読み出し手段にて読み出されたトポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成手段と、トポロジ生成手段にて生成されたトポロジに基づき、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、書き込むデータリンク書き込み手段と、データリンクチャネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段と、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、クロスコネクト情報に基づ

いて現用回線及び予備回線毎に生成するリップテーブル生成手段と、データリンク読み出し手段が読み出したクロスコネクト情報の相対ノード識別番号により、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかを認識しうるノード認識手段とをそなえて構成されたことを特徴としている（請求項2）。

【0100】

さらに、上記のデータリンク書き込み手段は、自ノードがアドノードである場合は自ノードの絶対ノード識別番号をデータリンクチャネルのアドノード識別番号に設定し、自ノードがドロップノードである場合はデータリンクチャネルのドロップノード識別番号をアドノード識別番号に対応する自ノードの相対ノード識別番号に設定するように構成されてもよい。

【0101】

また、そして、データリンク書き込み手段が設定する相対ノード識別番号が零以外のデータを使用するとともに、ノード認識手段が、データリンクチャネルのドロップノード識別番号が書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されてもよい。

【0102】

そして、上記のノード認識手段は、第1のリング伝送システム又は第2のリング伝送システムの接続形態に関し、光信号がプライマリノードでドロップされるとともに光信号が予備回線にて伝送続行されるDCP接続か、若しくは、光信号が現用回線と予備回線との両方にて伝送続行されるDTP接続かを、スケルチテーブルに書き込まれた情報により判定しうる付加情報判定手段をそなえて構成されてもよい。

【0103】

加えて、上記の付加情報判定手段は、プライマリノード識別番号からみた自ノードを示す自ノード識別番号の方向が、トポロジーが表示するノードの並び順と同一方向か逆方向かにより、第1のリング伝送システム及び第2のリング伝送システムが、DCP接続又はDTP接続であるかを判定するように構成されてもよい。

【 0 1 0 4 】

また、スケルチテーブル生成手段は、リング伝送システムの光伝送装置の間で同一のスケルチテーブルを生成するように構成されてもよく、さらに、リップテーブル生成手段が、リング伝送システムの光伝送装置の間で同一のスケルチテーブルを生成するように構成されてもよい。

そして、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送方法であって、上記の各ノードのそれぞれにおいて、クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成ステップと、トポロジー生成ステップにて生成されたトポロジーに基づき、データリンクチャンネルのクロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、データリンクチャンネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップとをそなえて構成されたことを特徴としている（請求項3）。

【 0 1 0 5 】

また、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第1のリング伝送システムと、データリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第2のリング伝送システムとで行なわれる、リング伝送システム用光伝送方法であって、第1のリング伝送システムが、外部

のノードから現用回線にて送信された光信号を受信し光信号を現用回線にて第1のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、第1のリング伝送システムの他のノードから現用回線にて送信された光信号を受信する第1アドドロップノードと、第1アドドロップノードが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送システムと第1のリング伝送システムの他のノードとに送信するとともに、外部のリング伝送システムが現用回線にて送信した光信号と第1のリング伝送システムの他のノードが予備回線にて送信した光信号とを受信し、光信号を現用回線にて第1のリング伝送システムの他のノードに送信する第1プライマリノードと、第1プライマリノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて外部のリング伝送システムに送信するとともに、外部のリング伝送システムが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて第1プライマリノードに送信する第1セカンダリノードとをそなえて構成され、第2のリング伝送システムが、第1のリング伝送システムの第1セカンダリノードが予備回線にて送信した光信号を受信して、光信号を予備回線にて第2のリング伝送システムに送信する第2セカンダリノードと、第1のリング伝送システムの第1プライマリノードが送信した現用回線の光信号と第2セカンダリノードが送信した予備回線の光信号とを受信して光信号を現用回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、第2のリング伝送システムの他のノードが現用回線で送信した光信号を受信し光信号を第1のリング伝送システムの第1プライマリノードに送信し光信号を第2セカンダリノードに送信する第2プライマリノードと、外部のリング伝送システムから現用回線にて送信された光信号を受信し光信号を現用回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、第2のリング伝送システムの他のノードが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送システムに送信する第2アドドロップノードとをそなえて構成され、上記の各ノードのそれぞれにおいて、データリンクチャネルのクロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成ステップと

、トポロジー生成ステップにて生成されたトポロジーに基づき、データリンクチャンネルのクロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、データリンクチャンネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップと、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成するリップテーブル生成ステップと、データリンク読み出しステップが読み出したクロスコネクト情報の相対ノード識別番号により、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかを認識しうるノード認識ステップとをそなえて構成されたことを特徴としている。

【0106】

さらに、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第1のリング伝送システムと、データリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第2のリング伝送システムとで行なわれる、リング伝送システム用の光伝送方法であって、第1のリング伝送システムが、外部のノードから現用回線にて送信された光信号を受信し光信号を現用回線にて第1のリング伝送システムに送信し光信号を予備回線にて第1のリング伝送システムに送信するとともに、第1のリング伝送システムの他のノードから現用回線にて送信された光信号を受信し、また、第1のリング伝送システムの他のノードから予備回線にて送信された光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送システムに送信する第1アドドロップノードと、第1アドドロップノードが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送シ

ステムと第1のリング伝送システムの他のノードとに送信するとともに、外部のリング伝送システムが現用回線にて送信した光信号と第1のリング伝送システムの他のノードが予備回線にて送信した光信号とを受信し、受信した光信号のうちの一方を選択して現用回線にて第1のリング伝送システムの他のノードに送信する第1プライマリノードと、第1アドドロップノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて外部のリング伝送システムのノードに送信するとともに、外部のリング伝送システムのノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて第1アドドロップノードに送信する第1セカンダリノードとをそなえて構成され、第2のリング伝送システムが、第1のリング伝送システムの第1プライマリノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、第2のリング伝送システムの他のノードが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて第1のリング伝送システムの第1プライマリノードに送信する第2プライマリノードと、第1のリング伝送システムの第1セカンダリノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、第2のリング伝送システムの他のノードが予備回線にて送信した光信号を受信し光信号を予備回線にて第1のリング伝送システムの第1セカンダリノードに送信する第2セカンダリノードと、第2プライマリノードが予備回線にて送信した光信号を受信し第2のリング伝送システムの他のノードが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送システムに送信するとともに、外部のリング伝送システムが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信し光信号を予備回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信する第2アドドロップノードとをそなえて構成され、上記の各ノードのそれぞれにおいて、データリンクチャネルのクロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成ステップと、トポロジー生成ステップにて生成されたトポロジーに基づき、データリ

ンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、データリンクチャネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップと、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成するリップテーブル生成ステップと、データリンク読み出しステップが読み出したクロスコネクト情報の相対ノード識別番号により、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかを認識しうるノード認識ステップとをそなえて構成されたことを特徴としている。

【0107】

加えて、データリンク書き込みステップが、相対ノード識別番号が零以外のデータを使用するように構成されてもよく、また、ノード認識ステップが、データリンクチャネルのドロップノード識別番号が書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されてもよい。

【0108】

そして、本発明のリング伝送システム用光伝送装置は、双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送装置であって、双方向リング伝送路に接続され、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識手段と、接続形態認識手段に接続され、障害が発生した区間を検出する障害区間検出手段と、接続形態認識手段と障害区間検出手段とに接続され、接続形態と区間とに基づいて伝送パスを切り替えするループバック切り替え制御手段とをそなえて構成されたことを特徴としている（請求項4）。

【0109】

また、その接続形態認識手段は、双方向リング伝送路に接続され光信号をアド／ドロップする終端光伝送装置に関する情報と、終端光伝送装置の接続形態に関する接続形態情報と、現用回線／予備回線種別を示す回線種別情報とを一元的に認識しうるように構成されてもよく、あるいは、伝送リングに接続された終端光伝送装置のうち少なくとも2基が、それぞれ、現用回線／予備回線の両方を用いて光信号を伝送続行するディーディーピー接続であることを認識するように構成されてもよい。

【0110】

さらに、また、上記ループバック切り替え制御手段に接続され、双方向リング伝送路において、一方向からの第1光信号と、他の方向からの第2光信号との中の品質のよい方を選択するパス切り替え手段をそなえて構成することもできる。

加えて、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送方法であって、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識ステップと、接続形態認識ステップにて認識された接続形態に基づき障害が発生した区間を検出する障害区間検出ステップと、接続形態認識ステップにて認識された接続形態と障害区間検出ステップにて検出された区間とに基づき、光信号の伝送リングにおけるループバック距離を最小にすべく、伝送パスを切り替えるループバック切り替え制御ステップとをそなえて構成されたことを特徴としている（請求項5）。

【0111】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（A）本発明の第1実施形態の説明

図1は、本発明の第1実施形態に係るリング伝送システムの模式図である。この図1に示すリング伝送システム10は、光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号（アドノードID）と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号（ドロップノードID）とを表示するクロスコネクト情報が書き

込まれたデータリンクチャネル（データリンク）をそなえた伝送路を介して、6基のリング伝送システム用光伝送装置（以下、単に光伝送装置と称することがある）10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fが相互に接続されて構成されている。この伝送路は、光ファイバであって、光ファイバを介して、これらの光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fの間を、光信号が伝送し、また、これらの光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fは、それぞれ、双方向リング伝送路に使用されるようになっている。

【0112】

図2は、本発明の第1実施形態に係るデータリンクのフォーマットを示す図である。この図2に示すデータリンク1は、アドノードのIDとドロップノードのIDとが、それぞれ、書き込まれたものであって、Sourceと表示された領域（以下、ソースノードID部と称する）と、Destinationと表示された領域（以下、デスティネーションノードID部と称する）とを有する。そして、アドノードのIDはソースノードID部に書き込まれ、ドロップノードのIDはデスティネーションノードID部に書き込まれる。ここで、ソースノードID部と、デスティネーションノードID部とは、それぞれ、4ビットづつが割り当てられている。

【0113】

さらに、データリンク1は、イースト（East）側とウエスト（West）側とを有する。これらイースト側とウエスト側とは、それぞれ、光伝送装置10aの両側に対応する。また、イースト側とウエスト側とにそれぞれ、E→W方向とW→E方向とを別々に有し、そして、E→W方向とW→E方向とに対して、それぞれ、送信データと受信データとを有する。これらの送信及び受信に関する情報は、1バイトのデータにより管理されている。

【0114】

また、このリング伝送システム10（図1参照）は、SONETを基にした光信号の伝送を行っており、以下の説明は、SONETを基礎として記述する。具体的には、OC48が用いられ、48回線の光信号が、光時分割多重されている。そして、このリング伝送システム10は、4ファイバBLSR構成であり、1本の光ファイバが現用回線に割り当てられるとともに、もう1本が予備回線に

割り当てられている。この4ファイバBLSR構成により、現用回線が大幅に確保され、現用回線の帯域がより有効に利用できるようになり、また、2ファイバBLSR構成よりも、複雑な回線設定や回線切り替えが行なえるようになる。

【0115】

なお、以下の説明では、リング接続の形態に関し、光伝送装置のことをノードと称することがあるが、これらは同一のものである。また、以下の説明中では、他ノードとは、他のノードを意味し、自ノードとは、自局のノードを意味する

図3は、本発明の第1実施形態に係る光伝送装置10aの構成図である。また、リング伝送システム10における他の5基の光伝送装置10b, 10c, 10d, 10e, 10fも、それぞれ、同様な構成となっている。さらに、後述する光伝送装置20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 21a, 21b, 21c, 21d, 21e及び30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 31a, 31b, 31c, 31d, 31eも同様な構成である。

【0116】

この図3に示す光伝送装置10aは、データリンク読み出し手段11aと、トポロジー生成手段11bと、データリンク書き込み手段11cと、スケルチテーブル生成手段11dと、スケルチテーブル11eと、RIPテーブル生成手段12aと、RIPテーブル12bと、ノード認識手段12cと、イースト側受信部13a, イースト側送信部13bと、ウエスト側送信部14a, ウェスト側受信部14bとをそなえて構成されている。

【0117】

ここで、データリンク読み出し手段11aは、クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すものである。このクロスコネクト情報とは、アドノードを示すアドノードIDと光信号をドロップするドロップノードを示すドロップノードIDとを有する情報であって、データリンクにて伝送されている。さらに、上記のデータリンクには、クロスコネクト情報とは別のトポロジー用のデータリンクが存在し、そのデータリンクにてトポロジー情報が伝送されている。

【0118】

また、トポロジー生成手段11bは、データリンク読み出し手段11aにて読み出されたクロスコネクト情報とトポロジー情報とを用いて、リング状に接続された光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fの並び順を一意的に表示するトポロジーを生成するものである。

さらに、データリンク書き込み手段11cは、トポロジー生成手段20dにて生成されたトポロジーに基づき、データリンクのクロスコネクト情報に、6基の光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fのそれぞれが有する固有の絶対ノードIDと、他ノードの絶対ノードIDとトポロジーとを関連させて付された相対ノードIDとを、データリンクのクロスコネクト情報に書き込むものである。そして、このデータリンク書き込み手段11cは、自ノードがアドノードである場合は自ノードの絶対ノードIDをデータリンクのアドノードIDに設定し、自ノードがドロップノードである場合はデータリンクのドロップノードIDをアドノードIDに対応する自ノードの相対ノードIDに設定するようになっている。

【0119】

さらに、スケルチテーブル生成手段11dは、スケルチテーブル11eを生成するものである。このスケルチテーブル11eは、データリンクに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するものであり、例えばハードウェアにより、実現されている。また、このスケルチテーブル生成手段11dは、リング伝送システム10の光伝送装置の間で同一のスケルチテーブルを生成するようになっている。

【0120】

さらに、イースト側受信部13aは、光伝送装置10aが受信したデータリンクの内容を保持するバッファであり、光伝送装置10aのイースト側に設けられている。そして、イースト側送信部13bは、光伝送装置10aが送信するデータリンクの内容を保持するバッファであり、光伝送装置10aのイースト側に設けられている。

【0121】

加えて、ウエスト側送信部14aは、光伝送装置10aが送信するデータリンクの内容を保持するバッファであり、光伝送装置10aのウエスト側に設けられ

ている。そして、ウエスト側受信部 1 4 b は、光伝送装置 1 0 a が受信したデータリンクの内容を保持するバッファであり、光伝送装置 1 0 a のウエスト側に設けられている。

【 0 1 2 2 】

これにより、このリング伝送システム用光伝送方法は、次のようになる。すなわち、上記の各ノードのそれぞれにおいて、クロスコネクタ情報とリング状に接続されたノードの並び順を一意的に表示するトポロジー情報とが読み出され（データリンク読み出しステップ）、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーが生成される（トポロジー生成ステップ）。

【 0 1 2 3 】

そして、このトポロジー生成ステップにて生成されたトポロジーに基づき、データリンクのクロスコネクタ情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード ID と、他ノードの絶対ノード ID とトポロジーとを関連させて付された相対ノード ID とが書き込まれる（データリンク書き込みステップ）。また、このデータリンク書き込みステップが、相対ノード ID が零以外のデータを使用するようになっている。続いて、データリンクに書き込まれたクロスコネクタ情報を保持するスケルチテーブルが生成されるのである（スケルチテーブル生成ステップ）。

【 0 1 2 4 】

これらの機能は、ソフトウェア又はハードウェアにより実現される。また、光伝送装置 1 0 a の他の構成部材については、その説明を省略する。なお、この図 3 に示す RIP テーブル生成手段 1 2 a, RIP テーブル 1 2 b, ノード認識手段 1 2 c は、それぞれ、DCP 接続及び DTP 接続に関するものであるため、DCP 接続及び DTP 接続の説明とともに後述する。

【 0 1 2 5 】

次に、図 4 (a) ~ (c) を用いて、トポロジーと相対ノード ID との関係を説明する。図 4 (a) は、リング伝送システム 1 0 の光伝送装置 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d, 1 0 e, 1 0 f に付された絶対ノード ID の一例を示す図で

あり、光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10eは、それぞれ、ノードIDとして、1, 3, 5, 6, 8, 2が付されている。

【0126】

また、図4(b)は、ノードIDとトポロジーテーブルとの関係を示す図である。この図4(b)に示すトポロジーは、自ノードを先頭とし、時計回りの方向に沿って設けられた光伝送装置のノードIDが並べられている。例えば、光伝送装置10a(ノードIDは1)が有するトポロジーは、1, 3, 5, 6, 8, 2である。

【0127】

さらに、図4(c)は、トポロジーテーブルと相対ノードIDとの関係を示す図であり、各列のノード(Node1, Node3, Node5, Node6, Node8, Node2)が認識するノードが、相対ノードIDの値により示されている。この相対ノードIDは、自ノードを"0"とし、"1"から順番に、時計回り方向に付されており、この相対ノードIDは、絶対ノードIDとは異なり、番号が欠落することなく、詰めてナンバリングされる。例えば、光伝送装置10b(ノードIDが3)にとっての相対ノードIDとノードとの関係は、次のようになる。すなわち、相対ノードID0は絶対ノードID3を示し、同様に、相対ノードID1, 2, 3, 4, 5は、それぞれ、5, 6, 8, 2, 1を示す。

【0128】

従って、その相対ノードIDが示す光伝送装置は、各光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f間で異なっており、また、この相対ノードID"0"は、自ノードを示すので、データリンクには、"0"値が書き込まれることがなくなる。換言すれば、この"0"データに特別な意味をもたせることにより、"0"値がある場合には、各光伝送装置10a, 10b, 10c, 10d, 10eは、それぞれ、そのノードは使用されていないと判定できるようになる。

【0129】

ここで、全てのノードが相対ノードIDを使用すると、各ノードにおける相対ノードIDが示すノードが何処を示しているのかについては、各ノードIDによ

って、認識が異なる。従って、相対ノードIDを定義する基準として、ドロップクロスコネクタされたノードは、アドクロスコネクタされたノードが設定した絶対ノードIDからみた相対ノードIDを設定するようにする。

【0130】

次に、この光伝送装置は、ノードとして、4ファイバBLSRで実施されるクロスコネクタの8種類のパターンを有し、各パターンについて図5（a）から図7（b）を用いて説明する。

図5（a）は現用回線のドロップのみを行なうノードの模式図であり、このノード42aは、受信したデータリンクのソースノードID部からみた、自ノードの相対ノードIDを、現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のデスティネーションノードIDに入れる。そして、この相対ノードIDが書き込まれたデータが、送信されるのである。

【0131】

図5（b）は現用回線のアドのみを行なうノードの模式図であり、このノード42bは、自ノードの絶対ノードIDを、現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）に入れる。

図5（c）は予備回線のドロップのみを行なうノードの模式図である。このノード42cは、受信したデスティネーションノードIDが"0"以外の時は、受信したソースノードIDからみた自ノードの相対ノードIDを、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）に入れる。そして、このノード42cは、追加情報がある場合には、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のソースノードID部に、"1（要求フラグ）"を入れることによって、他のノードは、受け入れ完了を認識できるようにしている。

【0132】

図5（d）は予備回線のアドのみを行なうノードの模式図である。このノード42dは、自ノードの絶対ノードIDを、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）に入れる。そして、このノードは、受信したデスティネーションノードIDが"0"以外の時は、予備回線用の送信部（

イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) に"1 (要求フラグ)"を入れる。従って、受信したデスティネーションノード ID が"0"又は"1"であるかにより、このノードは、追加情報がある場合に、その受け入れが完了したことを認識できるようになっている。

【0133】

図 6 (a) は、2 方向からの光信号を選択してアドするノードの模式図であって、このノード 42 e は、予備回線から入力された光信号と外部からの光信号 (ADD 信号) とを受信して、品質の良い方の光信号を、サービスセクタ SS で選択して現用回線へアドするようになっている。このノード 42 e は、予備回線で受信したソースノード ID を、現用回線用の送信部 (イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) のソースノード ID 部に入れる。そして、このノード 42 e は、現用回線で受信したデスティネーションノード ID が、"0"以外であれば、予備回線で受信したソースノード ID からみた自ノードの相対ノード ID を、予備回線用の送信部 (イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) のソースノード ID 部に入れるのである。

【0134】

一方、このノード 42 e は、現用回線で受信したデスティネーションノード ID が、"0"以外であれば、そのデスティネーションノード ID を、予備回線用の送信部 (イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) のデスティネーションノード ID 部に入れ、同時に、予備回線用の受信部 (イースト側受信部 13 a 又はウエスト側受信部 14 b) のソースノード ID からみた自ノードの相対ノード ID を予備回線用の送信部 (イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) のソースノード ID 部に入れる。さらに、このノード 42 e は、予備回線で受信したデスティネーションノード ID が"1"であり、また、現用回線で受信したソースノード ID が、"0"以外であれば、現用回線で受信したソースノード ID を予備回線用の送信部 (イースト側送信部 13 b 又はウエスト側送信部 14 a) のソースノード ID 部に入れる。

【0135】

ここで、このノード 42 e は、光信号を振り分けるためのデータの乗せ替えを

、サービスセクタ S S を用いて、次のように行なっている。すなわち、このノード 4 2 e は、現用回線で伝送される複数のタイムスロットの中から 1 つのタイムスロットを受信し、そのタイムスロットの中身を現用回線の別のタイムスロットにコピーするとともに、同じ中身を予備回線のタイムスロットの 1 つにコピーすることによって、データの乗せ替えを行なっている。また、逆方向の乗せ替えも同様であって、ノード 4 2 e は、他のノード（図示省略）が予備回線で送信したタイムスロットの中身と、他のノード（図示省略）が現用回線で送信したタイムスロットの中身とをそれぞれ受信し、それらの中身を現用回線のタイムスロットの 1 つにコピーして、データの乗せ替えを行なうのである。なお、このデータの乗せ替えについては、後述する D T P 接続（図 1 1 のノード 3 参照）においても、同様である。さらに、このサービスセクタ S S は、図 6（a）以外の図にも表示されており、それらは、全て、上記のデータ乗せ替えを行なっている。

【 0 1 3 6 】

図 6（b）は、1 方向からの光信号を 2 方向に伝送するノードの模式図であって、このノード 4 2 f は、現用回線からの光信号を受信し、その光信号をドロップするとともに予備回線に伝送する。このノード 4 2 f は、現用回線で受信したソースノード I D を、予備回線用の送信部（イースト側送信部 1 3 b 又はウエスト側送信部 1 4 a）のソースノード I D 部に入れ、この受信ソースノード I D からみた自ノードの相対ノード I D を予備回線用の送信部（イースト側送信部 1 3 b 又はウエスト側送信部 1 4 a）のデスティネーションノード I D に入れる。また、このノード 4 2 f は、予備回線で受信したデスティネーションノード I D が、“0”以外の場合は、現用回線用の送信部（イースト側送信部 1 3 b 又はウエスト側送信部 1 4 a）のデスティネーションノード I D に、予備回線で受信したデスティネーションノード I D を入れ、現用回線で受信したソースノード I D からみた自ノードの相対ノード I D を現用回線用の送信部（イースト側送信部 1 3 b 又はウエスト側送信部 1 4 a）のソースノード I D 部に入れる。

【 0 1 3 7 】

図 7（a）は、1 方向からの光信号を 2 方向に伝送するノードの模式図であって、このノード 4 2 g は、アドされた光信号を現用回線と予備回線とに送出する

。このノード42gは、現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のソースノードID部に、自ノードの絶対ノードIDを入れ、そして、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のソースノードIDにも自ノードの絶対ノードIDを入れる。ここで、現用回線で受信したデスティネーションIDが"0"以外の場合は、このノード42gは、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のデスティネーションノードID部に、現用回線で受信したデスティネーションノードIDを入れる。同様に、予備回線で受信したデスティネーションノードIDが"0"以外であれば、そのデータを、現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のデスティネーションノードIDに入れる。

【0138】

図7（b）は、2方向からの光信号を選択しドロップするノードの模式図であって、現用回線と予備回線とからの光信号は、それぞれ、スイッチPSW(Path Switch)により選択されてドロップされるようになっている。

また、このノード42hは、現用回線で受信したソースノードIDからみた自ノードの相対ノードIDを、現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のデスティネーションノードID部に入れる。さらに、このノード42hは、予備回線で受信したソースノードIDを、現用回線で受信したソースノードIDからみた相対ノードIDに変換して現用回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）に入れる。加えて、このノード42hは、予備回線で受信したソースノードIDからみた自ノードの相対ノードIDを、予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のデスティネーションノードID部に入れる。さらに、現用回線で受信したソースノードIDを、予備回線で受信したソースノードIDからみた相対ノードIDに変換して予備回線用の送信部（イースト側送信部13b又はウエスト側送信部14a）のソースノードID部に入れる。

【0139】

なお、このスイッチPSWは、図7（b）以外の図にも表示されており、それ

らは、全て、上記のデータの選択とドロップとを行なっている。

このように、ドロップノードは、デスティネーションノードIDに相対ノードIDを入れ、また、アドノードは、そのデータを受信し、デスティネーションノードIDが"0"以外であることを認識する。従って、アドノード及びドロップノードは、それぞれ、クロスコネクトの設定が完了したことを認識できるようになる。また、各ノードは、それぞれ、データリンクにおけるデータ送受信が完了したことを判断できるようになる。

【0140】

さらに、各ノードは、それぞれ、送信と受信とが同じデータでなくても、クロスコネクトの設定を認識できる。また、各ノードは、それぞれ、ソースノードID部とデスティネーションノードID部とにデータを入れる必要がなくなる。これにより、デスティネーションノードID部は、E→W方向及びW→E方向別に、4ビットの余裕を生じるため、各ノードは、それぞれ、この4ビットを使用して付加情報を通信できるようになる。

【0141】

次に、2個以上のリング伝送システムが接続された場合について、図8、9を用いてDCP接続を説明し、また、図10、11を用いてDTP接続を説明する。図8は、本発明の第1実施形態に係るDCP接続されたリング伝送システムの模式図であり、この図8に示すリング伝送システム25は、第1のリング伝送システム20と、第2のリング伝送システム21とが結合したものであって、各リング伝送路内の相互のノードが結合することによって、これらのリング伝送路を光信号が伝送できるようになっている。また、この図8に示す実線は現用回線（Workと表示されたもの）を表し、点線は予備回線（PTCTと表示されたもの）を表す。

【0142】

この第1のリング伝送システム20は、アドノードIDとドロップノードIDとを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクを有する双方向リング伝送路を介して5基のリング伝送システム用光伝送装置（光伝送装置）20a、20b、20c、20d、20eが相互に接続されて構成されている。

ここで、光伝送装置20dは、外部のノードから現用回線にて送信された光信号を受信し光信号を現用回線にて光伝送装置20eに送信するとともに、光伝送装置20eから現用回線にて送信された光信号を受信するものであって、第1アドロップノードとして機能している。また、光伝送装置20eは、光伝送装置20dと光伝送装置20aとの間に設けられたものである。なお、これらの光伝送装置20a、20b、20c、20d、20eの近傍に付されたEは、E→W方向を表し、また、Wは、W→E方向を表す。

【0143】

さらに、光伝送装置20aは、光伝送装置20eが現用回線にて送信した光信号を受信し光信号を現用回線にて外部のリング伝送システム21と第1のリング伝送システム20の光伝送装置20bとに送信するとともに、外部のリング伝送システム21が現用回線にて送信した光信号と第1のリング伝送システム20の光伝送装置20bが予備回線にて送信した光信号とを受信し、受信した光信号のうちの一方を選択して現用回線にて光伝送装置20eに送信するものであって、第1プライマリノードとして機能している。

【0144】

また、光伝送装置20bは、光伝送装置20aと光伝送装置20cとの間に設けられ、受信した光信号の内容を変更せずそのまま伝送方向の光伝送装置20a（又は光伝送装置20c）に送信するものである。なお、以下の説明において、このような機能をスルー(through)するということがある。

さらに、光伝送装置20cは、光伝送装置20a（第1プライマリノード）が予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて外部のリング伝送システム21に送信するとともに、外部のリング伝送システム21が予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて光伝送装置20dに送信するものであって、第1セカンダリノードとして機能している。

【0145】

これにより、光伝送装置20dでアドされた光信号の経路は、次のようになる。すなわち、光伝送装置20dにて光信号がアドされ、この光信号は、現用回線を伝送して光伝送装置20eを通過し、さらに、光伝送装置20aにて、ドロップ

プされるとともに、予備回線を伝送して光伝送装置 2 0 b を通過し、光伝送装置 2 0 c にてドロップされる。

【0 1 4 6】

逆方向も同様であって、光伝送装置 2 0 c にて、第 2 のリング伝送システム 2 1 から光信号がアドされ、その光信号は予備回線を伝送して光伝送装置 2 0 b を通過し、また、光伝送装置 2 0 a にて、光伝送装置 2 0 b からの光信号と第 2 のリング伝送システム 2 1 から送信された光信号とのうち、品質の良い方が選択されて、その選択された光信号が現用回線に送信され、この現用回線を伝送する光信号は、光伝送装置 2 0 d にてドロップされるのである。

【0 1 4 7】

一方、第 2 のリング伝送システム 2 1 は、そのデータリンクを有する双方向リング伝送路を介して 5 基の光伝送装置 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c, 2 1 d, 2 1 e が相互に接続されて構成されている。

ここで、光伝送装置 2 1 b は、第 1 のリング伝送システム 2 0 の光伝送装置 2 0 c が予備回線にて送信した光信号を受信して、光信号を予備回線にて第 2 のリング伝送システム 2 1 に送信するものであり、第 2 セカンダリノードとして機能している。

【0 1 4 8】

また、光伝送装置 2 1 a は、第 1 のリング伝送システム 2 0 の光伝送装置 2 0 c が送信した現用回線の光信号と光伝送装置 2 1 b が送信した予備回線の光信号とを受信してその光信号を現用回線にて光伝送装置 2 1 e に送信するとともに、光伝送装置 2 1 e が現用回線で送信した光信号を受信しその光信号を第 1 のリング伝送システム 2 0 の光伝送装置 2 0 a に送信しその光信号を光伝送装置 2 1 b に送信するものであって、第 2 プライマリノードとして機能している。そして、光伝送装置 2 1 e は、光伝送装置 2 1 a と光伝送装置 2 1 d との間に設けられ、スルーを行なうノードである。

【0 1 4 9】

さらに、光伝送装置 2 1 d は、外部のリング伝送システム（図示省略）から現用回線にて送信された光信号を受信しその光信号を現用回線にて光伝送装置 2 1

eに送信するとともに、光伝送装置21eが現用回線にて送信した光信号を受信しその光信号を現用回線にて外部のリング伝送システムに送信するものであって、第2アドドロップノードとして機能している。

【0150】

なお、光伝送装置20a及び光伝送装置21a内には、それぞれ、サービスセクタSSが表示されており、また、DCP接続を明示するために、DCPと表示されている。

これにより、光伝送装置21bにて、第1のリング伝送システム20からの光信号がアドされ、また、光伝送装置21aにて、第1のリング伝送システム20からの光信号がアドされる。そして、この光伝送装置21aにて、これら2方向からの光信号のうち、品質の良い方が選択され、その選択された光信号は、現用回線を伝送する。また、その光信号は、光伝送装置21eを通過し、光伝送装置21dにて、外部のリング伝送システムにドロップされる。

【0151】

これとは逆に、光伝送装置21dにてアドされた光信号は、光伝送装置21eを通過し、光伝送装置21aにて、その光信号は、ドロップされて第1のリング伝送システム20に送信されるとともに、予備回線を伝送し、光伝送装置21bにて、光信号は予備回線で第1のリング伝送システム20に送信される。

そして、第1のリング伝送システム25の光伝送装置20aにて、光伝送装置20c、光伝送装置20bをそれぞれ介して光伝送装置21bから送信された光信号と、光伝送装置21aから直接送信された光信号とが比較される。ここで、これら2方向からの光信号のうち、品質の良い方が選択され、その選択された光信号は、現用回線を伝送し、光伝送装置20eを通過し、光伝送装置20dにて、外部のリング伝送システムにドロップされるのである。

【0152】

これらの光伝送装置20a、20b、20c、20d、20eと、21a、21b、21c、21d、21eとは、それぞれ、これら第1のリング伝送システム20、第2のリング伝送システム21のそれぞれに使用されるものであり、その詳細を、図3に示す。図3は本発明の第1実施形態に係る光伝送装置の構成図

である。この図 3 に示す光伝送装置 2 0 a が有する R I P テーブル生成手段 1 2 a は、R I P テーブル 1 2 b をクロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成するものである。また、R I P テーブル 1 2 b は、第 1 のリング伝送路から第 2 のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード I D と、光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノードノード I D と、ドロップノードノード I D とを保持するようになっている。

【 0 1 5 3 】

また、ノード認識手段 1 2 c は、データリンク読み出し手段が読み出したクロスコネクト情報の相対ノード I D により、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかを認識しうるものであって、付加情報判定手段 1 2 d をそなえて構成されている。

この付加情報判定手段 1 2 d は、第 1 のリング伝送システム 2 0 又は第 2 のリング伝送システム 2 1 の接続形態に関し、光信号がプライマリノードでドロップされるとともに光信号が予備回線にて伝送続行される D C P 接続か、若しくは、光信号が現用回線と予備回線との両方にて伝送続行される D T P 接続かを、スケルチテーブルに書き込まれた情報により判定しうるものである。

【 0 1 5 4 】

そして、付加情報判定手段 1 2 d は、プライマリノード I D からみた自ノードを示す自ノード I D の方向が、トポロジーが表示するノードの並び順と同一方向か逆方向かにより、第 1 のリング伝送システム 2 0 及び第 2 のリング伝送システム 2 1 が、D C P 接続又は D T P 接続であるかを判定するようになっている。

そして、これにより、第 1 のリング伝送システム 2 0 と、第 2 のリング伝送システム 2 1 とで行なわれるリング伝送システム用光伝送方法は、次のようになる。すなわち、第 1 のリング伝送システム 2 0 が、第 1 アドドロップノードと、第 1 プライマリノードと、第 1 セカンダリノードとをそなえて構成され、第 2 のリング伝送システム 2 1 が、第 2 セカンダリノードと、第 2 プライマリノードと、第 2 アドドロップノードとをそなえて構成され、上記の各ノードのそれぞれにおいて、まず、データリンクのクロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とが読み出され（データリンク

読み出しステップ)、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジー情報を用いて、トポロジーが生成される(トポロジー生成ステップ)。

【0155】

続けて、トポロジー生成ステップにて生成されたトポロジーに基づき、データリンクのクロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノードIDと、他ノードの絶対ノードIDとトポロジーとを関連させて付された相対ノードIDとが書き込まれる(データリンク書き込みステップ)。また、このデータリンク書き込みステップが、相対ノードIDが零以外のデータを使用するようになっている。

【0156】

さらに、データリンクに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルが生成され(スケルチテーブル生成ステップ)、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すIDと、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノードIDと、ドロップノードIDとを保持するリップテーブルが、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成されるのである(リップテーブル生成ステップ)。

【0157】

また、データリンク読み出しステップが読み出したクロスコネクト情報の相対ノードIDにより、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかが認識される(ノード認識ステップ)。

また、ノード認識ステップが、データリンクのドロップノードIDが書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するようになっている。さらに、ノード認識ステップが、データリンクのドロップノードIDが書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するようになっている。

【0158】

このように、各ノードが、それぞれ、4ファイバBLSRにおけるDCP接続

及びDTP接続された場合において、予備回線をも含めた複雑なスケルチテーブルが構築される。また、各ノードは、それぞれ、各ノード毎にRIPテーブルの構築が行なわれ、各ノードは、それぞれ、このRIPテーブルの情報により、現用回線がどの区間で使用されているかを認識でき、自ノードがDCP接続あるいはDTP接続におけるセカンダリノードとして定義されているか否かを認識できるのである。従って、各ノードは、それぞれ、複雑な構成での切り替えに対応でき、回線毎の切り替えを管理できるようになる。

【0159】

さらに、このように、DCP接続やDTP接続の場合に、リング伝送路に関するノード数が増加しても、各ノードは、それぞれ、上述のスケルチテーブルに加えてクロスコネクト情報を認識できるようになる。

加えて、DCP接続及びDTP接続におけるセカンダリノードは、それぞれ、障害が発生した区間により、回線切り替え動作を変更できるようになる。

【0160】

なお、これらの設定は、回線毎に行なわれ、使用者が設定する場合は、STS回線単位でかつ方向別になされるようにしている。

図9(a)はDCP接続形態を説明するための模式図である。ここで、実線は現用回線を表し、点線は予備回線を表す。そして、光伝送装置20a(ノード3とも称する)は、光伝送装置20e(ノード1とも称する)が現用回線にて送信したデータを、現用回線にて外部にドロップするとともに、予備回線にて光伝送装置20b(ノード4とも称する)側に送信しており、データを乗せ替えている。なお、光伝送装置20cと光伝送装置20eとは接続されているが、その結線は、省略している。

【0161】

そして、図9(b)はDCP接続における各ノードでのデータリンクの中身を示す図である。この図9(b)は、図9(a)に示す各ノードに、それぞれ、対応したものであって、各ノードの真下に配置されている。

例えば、ノード3については、イースト側受信部13a、イースト側送信部13b、ウエスト側送信部14a、ウエスト側受信部14bを有する。すなわち、

ノード 3 は、E→W 方向と W→E 方向とを別々に有し、これらの方向毎に、それぞれ、送信データと受信データとを有する。ここで、送信及び受信に関する情報は、1 バイトのデータにより管理されている。また、①と③とは、それぞれ、E→W 方向に伝送するデータリンクの流れを示しており、②と④とは、それぞれ、W→E 方向に伝送するデータリンクの流れを示している。換言すれば、E→W 方向と W→E 方向とは、それぞれ、2 系統のデータリンクを伝送する回線を有するようになっている。さらに、ウエスト側から送信するデータリンクの内容は、ウエスト側送信部 1 4 a に格納され、ウエスト側で受信するデータリンクの内容は、ウエスト側受信部 1 4 b に格納される。

【 0 1 6 2 】

そして、データリンクの各方向（E→W 方向、W→E 方向）と、その中のソースノード ID とデスティネーションノード ID との関係を、次のようにして決定する。すなわち、E→W 方向の W 方向①の流れにおいては、各ノードは、ソースノード ID 部に末端ノード、デスティネーションノード ID 部に中継ノードの ID を書き込み、また、E→W 方向の E 方向③の流れにおいては、各ノードは、ソースノード ID 部に中継ノード、デスティネーションノード ID 部に末端ノードを書き込む。ここで、中継ノードとは、ノード 3 のような DCP 接続を行なっているプライマリノードを意味する。

【 0 1 6 3 】

さらに、W→E 方向の W 方向②の流れにおいては、各ノードは、ソースノード ID 部に中継ノードの ID を書き込み、デスティネーションノード ID 部に末端ノードを書き込む。加えて、W→E 方向の E 方向④の流れにおいては、各ノードは、ソースノード ID 部に末端ノードの ID を書き込み、デスティネーションノード ID 部に中継ノードを書き込む。

【 0 1 6 4 】

各ノードは、それぞれ、プライマリノードと、末端ノードとの関係をトポロジータブルからみた並びの関係と比較することにより、中継ノードが末端ノードより内側にあるかどうかで（順方向か逆方向）、DCP 接続及び DTP 接続の区別が行なえて、この方法を使用することによって、各ノードは、自動的に、DC

P接続かDTP接続かを区別して認識できるようになる。

【0165】

ここで、図9（b）に示すノード5が受信するデータ13aは、ソースノードIDが1（絶対ノードID）であり、デスティネーションノードIDが2（相対ノードID）であり、デスティネーションノードIDが零データ以外のものであるので、自ノードがセカンダリノードであることを認識できる。また、ノード5は、①の流れの関係を適用して、末端ノードをソースノードIDからノード1（絶対ノードID）と認識し、また、プライマリノードをデスティネーションノードIDから3（絶対ノードID）と認識する。

【0166】

そして、ノード5は、自ノード（ノード5）と末端ノードとの間に、プライマリノードが存在することから、DCP接続であることを認識できる。

従って、付加情報判定手段12dは、プライマリノードID（"3"）からみた自ノードを示す自ノードID（"5"）の方向が、トポロジが表示するノードの並び順（1, 2, 3, 4, 5）と同一方向（順方向）であるので、第1のリング伝送システム20及び第2のリング伝送システム21が、DCP接続と判定していることになる。

【0167】

また、ノード5は、現用回線で使われている区間が、ノード1とノード3との間であることから、RIPテーブル12bを構築できて、セカンダリノードとして必要な情報を全て揃えることができるようになる。

さらに、ノード3で中継されてノード1でドロップされているので、Sに、中継ノードである3（相対ノードID）を入れ、Dに、末端ノードである1（相対ノードID）を入れてW→E方向に送信している。ここで、ノード5の相対ノードIDである1, 3が示すノードは、それぞれ、アドしているノード5からノード5を0としてE→W方向に向かって1番目, 3番目のノードであって、それぞれ、ノード1, ノード3になる。

【0168】

これにより、ノード3は、ウエスト側受信部14bのSが"5"と、ウエスト

側送信部 14 a の S が "3" とにより、ノード 5 からアドされていることを知るのである。

さらに、ノード 1 は、E→W 方向の W 方向①のソースノード ID を絶対ノード ID の "1" にし、デスティネーション ID を "0" にして送信している。同時に E→W 方向の E 方向③のソースノード ID が 2 (相対ノード ID) で、デスティネーションノード ID が 4 (相対ノード ID) を表す。ここで、デスティネーションノード ID は、末端ノードを示し、ソースノード ID が、中継ノードを示しており、これらは、それぞれ、相対ノード ID である。従って、ノード 1 は、中継ノードを、末端ノードよりも内側にあると判断でき (順方向)、接続形態を DCP 接続と認識するのである。

【0169】

また、ノード 1 は、DCP 接続と認識した場合は、E→W 方向の W 方向①のソースノード ID 0 と、E→W 方向の E 方向③のデスティネーションノード ID 4 とによって、光信号がノード 1 でアドされ、ノード 5 でドロップされていることを認識する。さらに、ノード 1 は、W→E 方向の E 方向④のソースノード ID 5 (絶対ノード ID) と、W→E 方向の E 方向④のデスティネーションノード ID 3 (ノード 3 にて予備回線から受信した 5 からみた自ノードの相対ノード ID) とを受信している。加えて、ノード 1 は、W→E 方向の W 方向の②より、デスティネーションノード ID が 1 であり、ソースノード ID が 0 である。

【0170】

このように、各ノードは、スケルチテーブル 11 e の構築を行なうことができ、また、このように、ドロップノードは、相対ノード ID を使用してデータリンクヘータを書き込むので、設定されたスケルチテーブル 11 e は、相対ノード ID として "0" データが入ることはない。逆に、相対ノード ID として "0" データが入っていれば、回線設定がなされていない (未設定) と認識されるのである。

【0171】

そして、このようにして、返信用のデータを入れていた箇所に、特別な付加情報を入れることができ、ターミナルノード以外のノード情報を通知したり、フラ

グ部として使用することが可能となる。従って、DCP接続及びDTP接続の時に、スケルチテーブル11eの構築、RIPテーブルの構築及びセカンダリノードとしての動作を保証するための各情報の通知、加えて、DCP接続及びDTP接続の区別を、各ノードがそれぞれ独自にかつ自動的に認識できるようになる。

【0172】

さらに、このようにして、各光伝送装置が、クロスコネクト設定を実施するので、各光伝送装置において、DCP接続及びDTP接続としての動作が実施できるようになるとともに、スケルチテーブル11e及びRIPテーブルを自動的に構築することができ、さらに、各テーブルの作成完了を自動的に認識できるようになる。

【0173】

また、セカンダリノード5においては、W方向のデータリンクのソースノードIDが"1"（絶対ノードID）を示し、デスティネーションノードIDが"2"（相対ノードID）を示していることから、デスティネーションノードID部に、"0"以外のデータが入っている。このことから、自ノードは、セカンダリノードであると認識でき、末端ノードがソースノードIDからノード1と認識し、デスティネーションノードIDから中継ノードがノード3と認識し、E→W方向と同様に、末端ノードより内側に中継ノードが存在することから（順方向）、DCP接続であると認識することができ、現用回線の使用区間がノード1とノード3の間であると認識できる。これにより、RIPテーブルの構築を行なえ、セカンダリノードとして必要な情報が全て揃うのである。

【0174】

そして、このようにして、ノード1，ノード3間において、DCP接続されたパスの両端のノードIDが、ソースノードID及びデスティネーションノードIDとして設定される。すなわち、スケルチテーブル11eの設定が必要なノードは、現用回線が通過しているノード1，ノード3間だけであり、予備回線を使用しているノード4，ノード5間は、スケルチテーブル11eは設定されない。さらに、セカンダリノードとして機能するノードは、必ず、予備回線を使用して、各光伝送装置間でのクロスコネクトを実施し、この予備回線にデータを入れるこ

とによって、各ノードは、セカンダリノードとして認識できるようになるとともに、セカンダリノードとして必要なRIPテーブルを構築できるようになる。

【0175】

なお、リング伝送システム25に障害が発生した場合は、その障害位置がプライマリノードを含むか否かによって次のようになる。すなわち、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合には、セカンダリノードは、プライマリノードと逆方向の予備回線に、アド・ドロップ制御を実施し、プライマリノード側の予備回線には、AISを書き込む。

【0176】

また、プライマリノードを含まない現用回線に障害が発生した場合には、プライマリノードは、光信号の伝送続行を禁止し、サービスセクタSSをアドノード側に固定する。そして、セカンダリノードは、プライマリノード方向の予備回線に、光信号のドロップ(Drop)と伝送続行(Continue)とを実施し、プライマリノードへ光信号を送信する。加えて、セカンダリノードは、ターミナルノードに向かう予備回線については、サービスセクタSSの設定を行なう。

【0177】

また、予備回線に障害が発生した場合や、光信号が通過していない区間で障害が発生した場合は、プライマリノードは、伝送続行を禁止、サービスセクタSSをアドノードに固定する。そして、セカンダリノードは、予備回線を使ったアド・ドロップのクロスコネクトを禁止する。

このように、プライマリノード及びセカンダリノードは、それぞれ、自動的に回線設定を行ない、また、セカンダリノードは、スケルチテーブル11eが生成されるまで、AISを自動的に送信するので、回線の安全性を高めることができる。加えて、さらに、セカンダリノードは、特別な設定を一切する必要がなくなることで、各操作を簡潔化でき、システムとして、より正常に動作させることが簡単になり、信頼性の向上と、マンマシンインターフェースの簡略化を向上させられるようになる。

【0178】

次に、DTP接続時について説明する。図10は、本発明の第1実施形態に係

るDTP接続されたリング伝送システムの模式図である。この図10に示すリング伝送システム35は、第1のリング伝送システム30と、第2のリング伝送システム31とが結合したものであって、各リング伝送路内の相互のノードが結合することによって、これらのリング伝送路を光信号が伝送できるようになっている。

【0179】

この第1のリング伝送システム30は、アドノードIDとドロップノードIDとを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクを有する双方向リング伝送路を介して5基の光伝送装置30a, 30b, 30c, 30d, 30eが相互に接続されて構成されている。

ここで、光伝送装置30cは、外部の光伝送装置（図示省略）から現用回線にて送信された光信号を受信しこの光信号を現用回線にて第1のリング伝送システム30に送信しその光信号を予備回線にて第1のリング伝送システム30に送信するとともに、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30bから現用回線にて送信された光信号を受信し、また、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30dから予備回線にて送信された光信号を受信しその光信号を現用回線にて外部のリング伝送システム（図示省略）に送信するものであるものであって、第1アドロップノードとして機能している。

【0180】

また、光伝送装置30bは、光信号をスルーするノードとして機能している。

さらに、光伝送装置30aは、光伝送装置30c（第1アドロップノード）が現用回線にて送信した光信号を受信しその光信号を現用回線にて第2のリング伝送システム31の光伝送装置31aに送信するとともに、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31aが現用回線にて送信した光信号を受信しその光信号を現用回線にて第1のリング伝送システム30の光伝送装置30bに送信するものであるものであって、第1プライマリノードとして機能している。加えて、光伝送装置30dは、光信号をスルーするノードとして機能している。

【0181】

また、光伝送装置30eは、光伝送装置30dが予備回線にて送信した光信号

を受信しその光信号を予備回線にて第2のリング伝送システム31の光伝送装置31eに送信するとともに、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31eが予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて光伝送装置30dに送信するものであって、第1セカンダリノードとして機能している。

【0182】

同様に、第2のリング伝送システム31は、アドノードIDとドロップノードIDとを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクを有する双方向リング伝送路を介して5基の光伝送装置31a, 31b, 31c, 31d, 31eが相互に接続されて構成されている。

ここで、光伝送装置31aは、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30aが予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を現用回線にて第2のリング伝送システム31の光伝送装置31bに送信するとともに、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31bが現用回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて第1のリング伝送システム30の光伝送装置30aに送信するものであって、第2プライマリノードとして機能している。

【0183】

さらに、光伝送装置31eは、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30eが予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて第2のリング伝送システム31の光伝送装置31dに送信するとともに、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31dが予備回線にて送信した光信号を受信しその光信号を予備回線にて第1のリング伝送システム30の光伝送装置30eに送信するものであって、第2セカンダリノードとして機能している。

【0184】

また、光伝送装置31bと光伝送装置31dは、それぞれ、光信号をスルーするノードとして機能している。

そして、光伝送装置31cは、光伝送装置31dが予備回線にて送信した光信号を受信し第2のリング伝送システム31の光伝送装置31bが現用回線にて送信した光信号を受信しその光信号を現用回線にて外部のリング伝送システム（図示省略）に送信するとともに、外部のリング伝送システムが現用回線にて送信し

た光信号を受信しその光信号を現用回線にて光伝送装置31bに送信しその光信号を予備回線にて光伝送装置31dに送信するものであって、第2アドドロップノードとして機能している。

【0185】

なお、光伝送装置30c及び光伝送装置31c内には、それぞれ、スイッチPSWが表示されており、また、DTP接続を明示するために、DTPと表示されている。

これにより、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30cにて光信号がアドされ、この光信号は、現用回線と予備回線とに分けられる。このうち、一方の現用回線の光信号は、光伝送装置30bを通過し、光伝送装置30aにて、ドロップされる。このドロップされた光信号は、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31aにて受信されて現用回線から光信号が出力され、この光信号は、光伝送装置31bを通過し、光伝送装置31cにてドロップされる。

【0186】

また、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30cにて分離された他方の予備回線の光信号は、光伝送装置30dを通過し、光伝送装置30eにてドロップされる。このドロップされた光信号は、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31eにて受信されて予備回線から光信号が出力され、この光信号は、光伝送装置31dを通過し、光伝送装置31cにてドロップされる。

【0187】

逆方向も同様であって、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31cにて光信号がアドされ、この光信号は、現用回線と予備回線とに分離される。このうち、一方の現用回線の光信号は、光伝送装置31bを通過し、光伝送装置31aにて、ドロップされる。このドロップされた光信号は、第1のリング伝送システム30の光伝送装置30aにて受信されて現用回線から光信号が出力され、この光信号は、光伝送装置30bを通過し、光伝送装置30cにてドロップされる。

【0188】

また、第2のリング伝送システム31の光伝送装置31cにて分離された他方

の予備回線の光信号は、光伝送装置 3 1 d を通過し、光伝送装置 3 1 e にてドロップされる。このドロップされた光信号は、第 1 のリング伝送システム 3 0 の光伝送装置 3 0 e にて受信されて予備回線から光信号が出力され、この光信号は、光伝送装置 3 0 d を通過し、光伝送装置 3 0 c にてドロップされる。

【 0 1 8 9 】

また、DCP 接続の場合と同様に、リング伝送路に関係するノード数の増加に対してクロスコネクト情報を把握し、より複雑なスケルチテーブル 1 1 e の構築と、回線毎の切り替えを管理できるようにするために、各ノード毎に RIP テーブルの構築が行なわれ、複雑な構成での切り替えに対応できるようになっている。さらに、これらの設定は、回線毎に必要であり、使用者が設定する場合は、STS 回線単位でかつ方向別になされなければならない。

【 0 1 9 0 】

また、第 1 のリング伝送システム 3 0 と、第 2 のリング伝送システム 3 1 とで行なわれる、リング伝送システム用光伝送方法は、次のようになる。すなわち、第 1 のリング伝送システム 3 0 が、第 1 アドドロップノードと、第 1 プライマリノードと、第 1 セカンダリノードとをそなえて構成され、第 2 のリング伝送システム 3 1 が、第 2 プライマリノードと、第 2 セカンダリノードと、第 2 アドドロップノードとをそなえて構成され、上記の各ノードのそれぞれにおいて、データリンクのクロスコネクト情報とリング状に接続されたノードの並び順を一意的に表示するトポロジ情報とが読み出され（データリンク読み出しステップ）、データリンク読み出しステップにて読み出されたトポロジ情報を用いて、トポロジが生成される（トポロジ生成ステップ）。

【 0 1 9 1 】

そして、トポロジ生成ステップにて生成されたトポロジに基づき、データリンクのクロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード ID と、他ノードの絶対ノード ID とトポロジとを関連させて付された相対ノード ID とが書き込まれる（データリンク書き込みステップ）。また、このデータリンク書き込みステップが、相対ノード ID が零以外のデータを使用するようになっている。

【0192】

さらに、データリンクに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルが生成され（スケルチテーブル生成ステップ）、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示すIDと、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノードIDと、ドロップノードIDとを保持するリップテーブルが、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成されるのである（リップテーブル生成ステップ）。

【0193】

続けて、データリンク読み出しステップが読み出したクロスコネクト情報の相対ノードIDにより、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかが認識される（ノード認識ステップ）。

図11（a）はDTP接続形態を説明するための模式図であり、光伝送装置30aが現用回線にて送信した光信号と、光伝送装置30eが予備回線にて送信した光信号とが、それぞれ、光伝送装置30cにて受信され、ドロップされている。なお、実線は現用回線を表し、点線は予備回線を表しており、光伝送装置30aと光伝送装置30eとは接続されているが、その結線は、省略している。

【0194】

そして、図11（b）はDTP接続における各ノードでのデータリンクの中身を示す図であり、この図11（b）は、図11（a）に示す各ノードに、それぞれ、対応したものであって、各ノードの真下に配置されている。

例えば、ノード3（光伝送装置30c）については、イースト側受信部13a，イースト側送信部13b，ウエスト側送信部14a，ウエスト側受信部14bを有する。すなわち、ノード3は、E→W方向とW→E方向とを別々に有し、これらの方向毎に、それぞれ、送信データと受信データとを有する。ここで、送信及び受信に関する情報は、1バイトのデータにより管理されている。

【0195】

また、⑤と⑦とは、それぞれ、E→W方向に伝送するデータリンクの流れを示しており、⑥と⑧とは、それぞれ、W→E方向に伝送するデータリンクの流れを

示している。換言すれば、E→W方向とW→E方向とは、それぞれ、2系統のデータリンクを伝送する回線を有するようになっている。さらに、ウエスト側から送信するデータリンクの内容は、ウエスト側送信部14aに格納され、ウエスト側で受信するデータリンクの内容は、ウエスト側受信部14bに格納される。

【0196】

さらに、上記の①～④と同様に、データリンクの各方向（E→W方向,W→E方向）と、その中のソースノードIDとデスティネーションノードIDとの関係を、次のようにして決定する。

すなわち、E→W方向のW方向⑤の流れにおいては、各ノードは、ソースノードID部に末端ノード、デスティネーションノードID部に中継ノードのIDを書き込み、また、E→W方向のE方向⑦の流れにおいては、各ノードは、ソースノードID部に中継ノード、デスティネーションノードID部に末端ノードを書き込む。ここで、中継ノードとは、ノード3，ノード5間ではノード1のプライマリノードであり、また、ノード1，ノード3間ではノード5のセカンダリノードを意味する。

【0197】

さらに、W→E方向のW方向⑥の流れにおいては、各ノードは、ソースノードID部に中継ノードのIDを書き込み、デスティネーションノードID部に末端ノードを書き込む。加えて、W→E方向のE方向⑧の流れにおいては、各ノードは、ソースノードID部に末端ノードのIDを書き込み、デスティネーションノードID部に中継ノードを書き込む。

【0198】

また、同様に、各ノードは、中継ノードと、末端ノードとの関係をトポロジータブルからみた並びの関係と比較して、プライマリノードが自ノードと末端ノードとの間の内側にあるかどうかを判定して、DCP接続及びDTP接続の区別が行なえる。

まず、ノード1（光伝送装置30a）は、E→W方向のE方向⑦のデータリンクを受信する。ここで、デスティネーションノードIDが"2"（相対ノードID）で、ソースノードIDが"4"（相対ノードID）である。これより、末端

ノードは、ノード 3 を示し、プライマリノードは、ノード 5 となる。この場合、ノード 1 と末端ノード（ノード ID が "3"）との間には、中継ノード（ノード ID が "5"）がないことになるため、ノード 1 は、DTP 接続と認識できる。

【0199】

従って、付加情報判定手段 12d は、プライマリノード ID（"5"）からみた自ノードを示す自ノード ID（"1"）の方向が、トポロジが表示するノードの並び順（1, 2, 3, 4, 5）と逆方向であるので、第 1 のリング伝送システム 30 及び第 2 のリング伝送システム 31 が、DTP 接続と判定していることになる。

【0200】

また、W→E 方向の E 方向⑥のデータリンクをみると、ソースノード ID が "3"（絶対ノード ID）を示し、デスティネーションノード ID が "2" を示していることから、末端ノードはノード 3 で、中継ノードがノード 5 であることを認識できる。従って、ノード 3 は、ドロップノードであり、ノード 5 は、アドノードである。なぜならば、あくまでもソースノード ID 部としており、この場合の現用回線のスケルチは、W 方向のデータで構築する必要があり、この場合のスケルチテーブル 11e は、同じルールに従って作成される。

【0201】

これにより、ノード 1 は、E→W 方向と同様に、末端ノードとの間には、中継ノードがないので（逆方向）、DTP 接続と判断することができる。

また、ノード 5 は、それぞれ、方向別に、デスティネーションノード ID が "0" 以外の値が戻ってくることにより、ノード 5 がセカンダリノードと認識することができる。

【0202】

従って、データリンク書き込み手段が設定する相対ノード ID が零以外のデータを使用するとともに、ノード認識手段が、データリンクのドロップノード ID が書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するようになっている。

すなわち、ノード 5 は、末端ノードと中継ノードとの関係をみると、ノード 5

と末端ノード3との間に中継ノード2がないことから、DTP接続と認識することができるとともに、受信した各データリンクから現用回線の使用区間を認識でき、RIPテーブルの構築を行なえるのである。

【0203】

なお、リング伝送システム35に障害が発生した場合は、次のようになる。すなわち、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合には、セカンダリノードは、予備回線へのアド・ドロップ制御をそのまま継続して実施する。

一方、プライマリノードを含まない現用回線に障害が発生した場合には、プライマリノードは、通常の切り替え動作を行なう。ここで、プライマリノードが光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノードとして動作する。また、セカンダリノードは、プライマリノード方向の予備回線に、光信号のドロップと伝送続行とを実施し、プライマリノードへ光信号を送信する。加えて、セカンダリノードは、ターミナルノードに向かう予備回線については、サービスセクタSSの設定を行なう。

【0204】

また、予備回線に障害が発生した場合や、光信号が通過していない区間で障害が発生した場合は、プライマリノードは、通常の切り替え動作を行ない、光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノードとして動作する。そして、セカンダリノードは、予備回線を使ったアド・ドロップのクロスコネクトを禁止する。

さらに、ターミナルノードを含む現用回線又は予備回線に障害が発生した場合は、プライマリノードは、やはり、通常の切り替え動作を行ない、光信号をスルーさせるだけのときは、スルーノードとして動作する。そして、セカンダリノードも、同様に、予備回線を使ったアド・ドロップのクロスコネクトを禁止する。

【0205】

このような構成によって、各光伝送装置は、DCP接続のときとDTP接続のときとで、それぞれ、異なる態様での光信号の伝送が行なわれる。図12は、本発明の第1実施形態に係るアド設定の光信号伝送シーケンスを示す図であり、DCP接続された場合におけるシーケンスである。この図12の上部には、左から、光伝送装置（第1セカンダリノード）20cと、光伝送装置（第1プライマリ

ノード) 2 0 a と、光伝送装置 (第 2 プライマリノード) 2 1 a と、光伝送装置 (第 2 セカンダリノード) 2 1 b とが表示されており、これらのノード間における、光信号の送受信シーケンスの内容が表示されている。また、光信号の内容は、データリンク W 1 ~ W 1 1 で表示されている。

【 0 2 0 6 】

なお、光信号の伝送は、第 1 のリング伝送システム 2 0 と第 2 のリング伝送システム 2 1 との間にあるこれら 4 ノードの動作を知れば十分であって、これら 4 ノード以外の他のノードについては、表示されていない。

まず、光伝送装置 2 0 c は、ウエスト側送信部 1 4 a に、ソースノード I D を入れ、デスティネーションノード I D を 0 (未設定) にしたデータリンク W 1 を送信する。そして、光伝送装置 2 0 a は、光伝送装置 2 1 a に対して、ソースノード I D をそのままにしデスティネーションノード I D を P (光伝送装置 2 0 a の相対ノード I D) を入れたデータリンク W 2 を送信する。続いて、光伝送装置 2 1 a は、光伝送装置 2 1 b に対して、ソースノード I D をそのままにしデスティネーションノード I D を T p (光伝送装置 2 1 a の相対ノード I D) を入れたデータリンク W 3 を送信する。

【 0 2 0 7 】

さらに、光伝送装置 2 1 b は、光伝送装置 2 1 a に対して、ソースノード I D を T s (光伝送装置 2 1 b の絶対ノード I D) にしデスティネーションノード I D に 1 を入れたデータリンク W 4 を送信する。また、光伝送装置 2 1 a は、データリンク W 4 のデスティネーションノード I D を T p に書き替えて、データリンク W 5 を送信する。そして、光伝送装置 2 0 a は、光伝送装置 2 0 c に対して、ソースノード I D を T p にしデスティネーションノード I D を P にしたデータリンク W 6 を送信する。

【 0 2 0 8 】

次に、光伝送装置 2 0 c と光伝送装置 2 0 a との間で、光信号の送受信が行なわれる。すなわち、光伝送装置 2 0 c から、ソースノード I D が S でデスティネーションノード I D に 1 が入ったデータリンク W 7 が送信され、また、光伝送装置 2 0 a からソースノード I D が T s でデスティネーションノード I D が P の入

ったデータリンクW8が送信される。さらに、ソースノードIDがSでデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクW9が送信され、ソースノードIDがTpでデスティネーションノードIDにPが入ったデータリンクW10が送信され、そして、ソースノードIDがSでデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクW11が送信される。

【0209】

また、図13は、本発明の第1実施形態に係るアドノードとしてのシーケンスを示す図であって、光伝送装置20cが隣接ノードから受信する受信値と、隣接ノードへの送信値が表示されている。この図13に示すA1と付された区間は、クロスコネクが設定されるまでの区間であって、光伝送装置20cは、ソースノードID及びデスティネーションノードIDが空であるデータリンクW20を送信するとともに、隣接するノードから送信される空のデータリンクW20を受信し続ける。ここで、光伝送装置20cは、予備回線（PT）にて光信号をアドすると決定すると、ソースノードIDがSでデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクW1を送信する。なお、このデータリンクW1は、図12に示すデータリンクW1と同一のものを表す。

【0210】

また、他の光伝送装置は、このデータリンクW1を受信し、クロスコネクの設定を行なって、設定が完了した旨をデータリンクW21にて送信する。このデータリンクW21は、ソースノードIDがS'でデスティネーションノードIDが0であり、光伝送装置20cは、このデータリンクW21によって、予備回線にてドロップされたことを認識する。なお、光伝送装置20cは、この図13に示すAと付された区間において、データリンクW1を送信し続けるとともに、データリンクW21を受信し続ける。

【0211】

そして、光伝送装置20cは、クロスコネクの設定が完了したことを、データリンクW6（A2と付した区間）により認識し、データリンクW7を送信する。また、光伝送装置20cは、ソースノードIDが0でデスティネーションノードIDがPのデータリンクW22を受信し、DCP接続のクロスコネクが完了

する。なお、データリンクW6, W7は、それぞれ、図12のものと同一である。

【0212】

さらに、B1と付された区間において、光伝送装置20cは、ソースノードIDがSでデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクW1を送信し続けるとともに、ソースノードIDがTpでデスティネーションノードIDにPが入ったデータリンクW10を受信し続ける。

また、区間B2と付された区間において、クロスコネクトの設定を解除する要求が送信された場合は、光伝送装置20cは、ソースノードIDがS'でデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクW21を受信することにより、その旨を認識し、予備回線でのクロスコネクトを解除するのである。なお、その後は、空のデータリンクW1を送受信し続ける。

【0213】

このように、光伝送装置20cは、データリンクの送受信により、アドノードとして、クロスコネクトの設定を行なえるのである。なお、DTP接続の場合も同様であり、そのシーケンスについては省略する。

一方、光伝送装置20cがドロップノードとして、クロスコネクトの設定を行なう場合を図14, 図15を用いて説明する。図14は、本発明の第1実施形態に係るドロップ設定の光信号伝送シーケンスを示す図であり、DCP接続された場合におけるシーケンスである。この図14の上部には、左から、光伝送装置（第2セカンダリノード）21bと、光伝送装置（第2プライマリノード）21aと、光伝送装置（第1プライマリノード）20aと、光伝送装置（第1セカンダリノード）20cとが表示されており、これらのノード間における、光信号の送受信シーケンスの内容が表示されている。また、光信号の内容は、データリンクX1～X8で表示されている。

【0214】

まず、光伝送装置21bは、アドノードを示すADD(Tsに相当)をソースノードIDに入れデスティネーションノードIDを0（未設定）にしたデータリンクX1を送信する。このデータリンクX1は、光伝送装置21aにて、デステ

ィネーションノードIDがT_p（光伝送装置21aの相対ノードID）に書き替えられて、データリンクX2として送信される。同様に、光伝送装置20aにて、デスティネーションノードIDがP（光伝送装置20aの相対ノードID）に書き替えられて、データリンクX3として送信される。

【0215】

このデータリンクX3を受信した光伝送装置20cは、光伝送装置20aに対して、ソースノードIDをSにしデスティネーションノードIDに1を入れたデータリンクX4を送信する。また、光伝送装置20aは、データリンクX3のデスティネーションノードIDをT_pに書き替えて、データリンクX5を送信する。そして、光伝送装置20cは、光伝送装置20aに対して、ソースノードIDをSにしデスティネーションノードIDを0にしたデータリンクX6を送信する。また、光伝送装置20aは、ソースノードIDがアドノード（ADD）でデスティネーションノードIDがPのデータリンクX7を送信する。そして、光伝送装置20cは、光伝送装置20aに対して、ソースノードIDをSにしデスティネーションノードIDを0にしたデータリンクX8を送信する。

【0216】

図15は、本発明の第1実施形態に係るドロップノードとしてのシーケンスを示す図であり、光伝送装置20cが隣接ノードから受信する受信値と、隣接ノードへの送信値が表示されている。この図15に示すCと付された区間は、クロスコネクが設定されるまでの区間であって、光伝送装置20cは、ソースノードID及びデスティネーションノードIDが空であるデータリンクX20を送信するとともに、隣接するノードから送信される空のデータリンクX20を受信し続ける。

【0217】

ここで、光伝送装置20cは、予備回線（PT）にて光信号をドロップすると決定すると、ソースノードIDがSでデスティネーションノードIDに0が入ったデータリンクX21を送信する。

また、他の光伝送装置は、このデータリンクX21を受信し、クロスコネクの設定を行なって、設定が完了した旨をデータリンクX22にて送信する。この

データリンク X 2 2 は、ソースノード I D が S' でデスティネーションノード I D に 0 が入っている。さらに、区間 C の残りの区間では、同様のシーケンスが繰り返される。

【 0 2 1 8 】

次に、D と付された区間において、光伝送装置 2 0 c は、ソースノード I D にアドノード I D (A D D) が入り、デスティネーションノード I D に P が入ったデータリンク X 3 を受信すると、クロスコネクタの設定が完了したことを認識する。そして、光伝送装置 2 0 c は、ソースノード I D が S で、デスティネーションノード I D に 1 が入ったデータリンク X 4 を送信する。ここで、光伝送装置 2 0 c は、他の光伝送装置から送信されるデスティネーションノード I D が空のデータリンク X 2 3 を受信し続けるとともに、空のデータリンク X 2 1 を送信し、隣接ノードから返信が来るまで、このデータリンク X 2 1 を送信し続ける。なお、データリンク X 3, X 4 は、それぞれ、図 1 4 のものと同一である。

【 0 2 1 9 】

そして、光伝送装置 2 0 c は、ソースノード I D に A D D が入りデスティネーションノード I D に P が入ったデータリンク X 7 を受信し、D C P 接続のクロスコネクタが完了したことを認識し、ソースノード I D に S が入りデスティネーションノード I D に 0 が入ったデータリンク X 8 を送信し続ける。また、データリンク X 7, X 8 は、それぞれ、図 1 4 のものと同一である。

【 0 2 2 0 】

また、E と付された区間においては、光伝送装置 2 0 c は、区間 C におけるシーケンスと同様の処理を行なうので、更なる説明を省略する。

このように、光伝送装置 2 0 c は、データリンクの送受信により、ドロップノードとして、クロスコネクタの設定を行なえるのである。なお、D T P 接続の場合も同様であり、そのシーケンスについては省略する。

【 0 2 2 1 】

そして、このようにして、リング伝送システム 2 5, 3 5 において、複数の箇所では伝送経路の切り替えが行なわれても、スケルチテーブル 1 1 e と、R I P テーブル 1 2 b とが、データリンクの設定と同時に、かつ、自動的に行なわれ、ま

た、最小限の設定により正常動作させることができる利点がある。従って、多量の設定項目が存在しても、設定項目を少なくしたまま、簡易に、光伝送装置の設定を行なえる利点がある。

【0222】

また、このようにして、スケルチテーブル11eは、既存のハードウェアを用いて、高速に生成され、効率的な情報伝送が可能となり、製品の汎用性を向上させられる。

さらに、このようにして、現状のデータリンクが有する情報量のままで、その設定項目を増加させずに、データリンクを構成でき、また、セカンダリノードが、スケルチテーブル11eが構築されるまでに、AISを自動的に送信するので、回線の安全性を高められる利点がある。

【0223】

(A1) 本発明の第1実施形態の変形例の説明

本発明は上述した実施態様に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

上記の実施形態では、光伝送は、2種類のリング伝送システム間で行なわれているが、それ以上の個数のリング伝送システムが接続されていても同様である。そして、1つのリング伝送システムが有する光伝送装置の数は、5基、6基に限定されずに、それ以上の数でも構わない。

【0224】

また、各ノードは、複数のリング伝送システムを管理することができるので、第1プライマリノードと第2プライマリノードとを統合するとともに、第1セカンダリノードと第2セカンダリノードとを統合することもできる。図16は、本発明の第1実施形態の変形例に係るノードを統合した場合のリング伝送システムの模式図である。この図16に示すリング伝送システム25'は、第1のリング伝送システム20'と、第2のリング伝送システム21'とが結合したものであって、各リング伝送路内の相互のノードが結合することによって、これらのリング伝送路を光信号が伝送できるようになっている。また、このリング伝送システム25'は、DCP接続されたものである。

【0225】

この第1のリング伝送システム20'は、アドノードIDとドロップノードIDとを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクを有する双方向リング伝送路を介して5基の光伝送装置20d, 20e, 26a, 26b, 20fが相互に接続されて構成されている。また、第2のリング伝送システム21'は、光伝送装置26a, 26bを、第1のリング伝送システム20'と共有しており、光伝送装置21c, 21d, 21eが相互に接続されて構成されている。ここで、光伝送装置20fは、スルーノードであり、光伝送装置20d, 20e及び光伝送装置21c, 21d, 21eは、それぞれ、上述したものと同一であるので、更なる説明を省略する。

【0226】

そして、光伝送装置26aは、上述の第1プライマリノード20aの機能と第2プライマリノード21aの機能とを共有した機能を有し、また、同様に、光伝送装置26bは、上述の第1セカンダリノード20cの機能と第2セカンダリノード21bの機能とを共有した機能を有する。また、これらの光伝送装置26a, 26bは、それぞれ、上述した各機能と同一なので、更なる説明を省略する。

【0227】

このように、2種類のリング伝送システム間で、プライマリノードとセカンダリノードとが共有できるので、経済性を向上させることができるようになる。なお、図示はしないが、DTP接続された場合でも同様にノードを統合することができる。

さらに、各光伝送装置を接続するための光ファイバの個数は、4ファイバであったが、本発明は、物理レイヤとは無関係なので、光ファイバの本数が2本でも4本でも適用可能である。また、2ファイバBLSRでのクロスコネクトの種類は、4ファイバBLSRのクロスコネクトの種類と同じく8種類のパターンがある。

【0228】

なお、上記の実施形態にて説明した、ノードIDの値は、例示したものに過ぎず、このような設定に限定されるものではない。例えば、各光伝送装置に対して

、ノードA、ノードB、ノードC、ノードD、ノードE、ノードFというように付するようにしてもよい。

また、上記の説明においては、SONET以外の方式でも適用することができる。

【0229】

さらに、図8に示す光伝送装置20a、21a内において、DCPと付された四角形のものは、接続形態がDCP接続であることを示すものであり、また、この場合、サービスセクタSSもDCP接続で動作している。これは、図64においても同様である。加えて、図67に示す光伝送装置92c、93c内において、DTPと付された四角形のものは、接続形態がDTP接続であることを示すものであり、また、この場合、スイッチPSWもDTP接続で動作している。

【0230】

(B) 本発明の第2実施形態の説明

上述したように、SONET方式は、いわゆる新同期網の1つとして北米において規格化されている。この網の一例として、16基のノード（光伝送装置のこと。局と称することがある）が環状に接続されて伝送リングが形成されている。

この伝送リングは、各ノード間が2本の光ファイバで接続された2-ファイバBLSRと、4本の光ファイバで接続された4-ファイバBLSRとがある。これらの光ファイバのペアにより双方向リング伝送路が形成されている。そして、4-ファイバBLSRにおいて、二本の光ファイバを一組として、2-ファイバの時と同様に、一方（一組）を用いて時計方向に光信号伝送が行なわれ、他方（もう一組）を用いて反時計方向に光信号伝送が行なわれる。

【0231】

この伝送リングにおいては、その双方向リング伝送路を介して、例えば16基のノードが相互に接続され、一方の光ファイバを用いて、時計方向の光信号伝送が行なわれ、他方の光ファイバを用いて、反時計方向の光信号伝送が行なわれる。

また、この回線は、現用回線と予備回線との2種類を用いており、これらの回線とは、具体的には、光ファイバを伝送するタイムスロットの中における所定の

タイムスロットを意味する。

【 0 2 3 2 】

これにより、回線断等の障害が発生した時には、一方の光ファイバ内の現用回線にて伝送された光信号は、他方の光ファイバの予備回線にループバックされ、品質（回線品質）の高い通信が維持されるようになっている。

なお、以下の説明では、特に断らない限り、ループバックとは、リングブリッジ及びリングスイッチの両方を含む。ここで、リングブリッジとは、障害位置をはさんで両側にあるノードがスイッチングノードとなり、各々の現用回線を予備回線に切り替えることであり、例えば、現用回線のチャンネル 1 を予備回線チャンネル 2 5 に切り替えることである。

【 0 2 3 3 】

また、リングスイッチとは、各々の予備回線を現用回線に切り替えることであり、例えば、各々予備回線チャンネル 2 5 を現用回線のチャンネル 1 に切り替えることである。なお、光信号をそのまま通過させることは、スルー制御と呼ばれる。

図 1 7 は本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの概略構成図である。この図 1 7 に示すリング伝送システム 1 0 0 は、光ファイバ伝送路（双方向リング伝送路）を介して 6 基のノード A, B, C, D, E, F（複数の光伝送装置）が相互に接続されたものである。そして、ノード B, C 及びノード E, F は、それぞれ、ターミナルノードとして機能している。

【 0 2 3 4 】

なお、リング伝送システム 1 0 0 は、1 つのリングそのものと、2 又は 3 以上の複数のリングが相互に接続されたものとの両方を意味する。そのため、以下の説明においては、リング伝送システムを、単に、伝送リングあるいはリングと称することがある。加えて、例えば、ノード B のことを、B 局と称することがあるが、これらのものは、同一のものを表す。また、混同を生じない範囲にて、ノード B, C の表記を単に B, C と簡略化して表記することがある。

【 0 2 3 5 】

図 1 8 は本発明の第 2 実施形態に係るノード B の構成図である。この図 1 8 に示すノード B は、リング伝送システム用光伝送装置であって、接続形態認識手段

110aと、障害区間検出手段110bと、ループバック切り替え制御手段110cと、パス切り替え手段110dとをそなえて構成されている。

この接続形態認識手段110aは、双方向リング伝送路に接続され、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識するものである。また、障害区間検出手段110bは、接続形態認識手段110aに接続され、障害が発生した区間を検出するものである。

【0236】

さらに、ループバック切り替え制御手段110cは、接続形態認識手段110aと障害区間検出手段110bとに接続され、接続形態と区間とに基づいて伝送パスを切り替えするものである。この伝送パスとは、現用回線又は予備回線におけるチャンネルを意味し、具体的には、伝送路を時間多重により多重化されたタイムスロットである。

【0237】

また、これらの機能は、それぞれ、ソフトウェア等により実現される。なお、パス切り替え手段110dについては、後述する第2実施形態の第2変形例にて、説明する。

そして、これら接続形態認識手段110a、障害区間検出手段110bは、それぞれ、伝送リング100における光信号を受信して、トポロジーテーブルを作成するようになっている。すなわち、回線接続情報は、予め、図17に示す伝送リング100にて、アド／ドロップ（アド又はドロップ）しているノードB、C、E、Fに対して、現用回線、予備回線を用いて報知され、各ノードは、それぞれ、その情報を受信して、自分の回線接続状況を認識する。

【0238】

なお、以下の説明における他のノードも、特に断らない限り、この図18に示すノードBのそれと同一の構成をとるので、それらに関する重複した説明を省略する。そして、後述する他の変形例における他のノードについても、同様である。

図19(a)、(b)はそれぞれ本発明の第2実施形態に係るノードIDの説明図である。各ノードは、それぞれ、これらの図19(a)、(b)にそれぞれ

示すリングマップ（トポロジーテーブル）を有しており、このリングマップは、伝送リングを構成する各ノードのトポロジーを一意的に表示するものである。

【 0 2 3 9 】

例えば図 1 9（a）に示すノード B（B 局と表示されている）は、他の局が時計方向に、それぞれ、C，D，E，F，A の順で並んでいるように見える。また、図 1 9（b）に示すノード C についても同様である。そして、リング内の各ノードは、それぞれ、リングを構成する全ノードのノード ID を保持するようになっており、これにより、各ノードは、それぞれ、リングにおけるトポロジーを認識するのである。

【 0 2 4 0 】

図 2 0 は本発明の第 2 実施形態に係る回線接続テーブルの説明図であり、ある 1 局において、ある 1 チャンネルに着目した場合の回線接続テーブル（以下、単にテーブルと称することがある）を示している。このテーブルは、後述する第 2 実施形態の各変形例においても同様に使用されている。

この図 2 0 に示すテーブルは、E a s t と付された欄と、W e s t と付された欄とを有する。ここで、E a s t と付された欄は 1 つの局の E a s t 側を意味し、1 と付された欄と 2 と付された欄とを有する。そして、W e s t と付された欄は同一局の W e s t 側を意味し、3 と付された欄と 4 と付された欄とを有する。なお、この表記は、E a s t 方向周り（時計周り）又は W e s t 方向周り（反時計周り）という意味とは異なる。

【 0 2 4 1 】

ここで、双方向リング伝送路は、時計方向に伝送するものと反時計方向に伝送するものの 2 種類があり、このテーブルの下段（2 及び 4 と付された欄）は E a s t 方向周りが時計方向の伝送路を表し、このテーブルの上段（1 及び 3 と付された欄）は W e s t 方向周りが反時計方向の伝送路を表す。

また、1 つの局において、E a s t 側にてアド及びドロップ（テーブル中最上段の E a s t）が行なわれ、また、W e s t 側にてアド及びドロップ（テーブル中最上段の W e s t）が行なわれるようになっている。

【 0 2 4 2 】

E a s t 側に着目すると、W e s t 方向周りの光信号について、対向ノード側のアドノードに関する情報 [枠 1 の S e c (E) , P r i (E) と付したもの] と、自ノード側のドロップノードに関する情報 [枠 1 の P r i (W) , S e c (W) と付したもの] とがそれぞれ設定される。また、E a s t 方向周りの光信号について、自ノード側のアドノードに関する情報 [枠 2 の P r i (W) , S e c (W) と付したもの] と対向ノード側のドロップノードに関する情報 ([枠 2 の S e c (E) , P r i (E) と付したもの] とがそれぞれ、設定される。

【0243】

同様に、W e s t 側に着目すると、W e s t 方向周りの光信号について、自ノード側のアドノードに関する情報 [枠 3 の S e c (E) , P r i (E) と付したもの] と、対向ノード側のドロップノードに関する情報 [枠 3 の P r i (W) , S e c (W) と付したもの] とがそれぞれ、設定される。また、E a s t 方向周りの光信号について、対向ノード側のアドノードに関する情報 [枠 4 の P r i (W) , S e c (W) と付したもの] と自ノード側のドロップノードに関する情報 [枠 4 の S e c (E) , P r i (E) と付したもの] とがそれぞれ、設定される。

【0244】

さらに、ネットワークの構成に関する情報は、そのチャネルのリング・インターコネクションの接続種別を表している。従って、アド／ドロップの各ノードにおいて、E a s t 方向周り、W e s t 方向周りのそれぞれにチャネル単位に与えられる。

このように、ノードIDを用いて、伝送パス毎に回線接続情報が与えられ、これにより、例えばDCW等のリングを構成している各ノード（アドノード／ドロップノード）において、E a s t 方向周り、W e s t 方向周りのそれぞれに対して、光信号がアド又はドロップされる、各リングにおけるノードが一元的に管理される。

【0245】

図21は本発明の第2実施形態に係るネットワーク構成情報テーブルの説明図である。この図21に示すネットワーク構成情報テーブルは、DCP, DTP,

DCW, DCWの接続を示している。このネットワーク構成情報テーブルについても、後述する第2実施形態の各変形例において同様に使用されている。

そして、この図21に示すネットワーク構成情報テーブルは、'East'と付された欄と、'West'と付された欄とを有し、'East'が局のEast側の情報を表し、'West'が局のWest側の情報を表す。また、このテーブルは、2段を有し、上段の'E→W (West方向)'と、下段の'W→E (East方向)'とが表示されている。

【0246】

また、East側のE→Wの光信号について、11を付した欄は対向ノード側のアドノードの接続を表し、14を付した欄は自ノード側のドロップノードの接続を表す。そして、W→Eの光信号について、13を付した欄は自ノード側のアドノードの接続を表し、12を付した欄は対向ノード側のドロップノードの接続を表す。

【0247】

換言すれば、East方向周りについては、W→Eへ光信号をアドするノードと、W→Eへ光信号をドロップしているノードのプライマリノードとセカンダリノードとの間の回線接続の設定が記録されており、West方向周りについては、E→Wへ光信号をアドするノードと、E→Wへ光信号をドロップしているノードのプライマリノード及びセカンダリノード間の回線接続形態が設定されている。

【0248】

同様に、West側のE→Wの光信号について、17を付した欄は自ノード側のアドノードの接続を表し、15を付した欄は対向ノード側のドロップノードの接続を表す。そして、W→Eの光信号については、16を付した欄は対向ノード側のアドノードの接続を表し、18を付した欄は自ノード側のドロップノードの接続を表す。

【0249】

換言すれば、West方向周りについては、E→Wへ光信号をアドするノードと、E→Wへ光信号をドロップしているノードのプライマリノードとセカンダリ

ノードとの間の回線接続形態の設定が記録されており、East方向周りについては、W→Eへ光信号をアドするノードと、W→Eへ光信号をドロップしているノードのプライマリノード及びセカンダリノード間の回線接続形態が設定されている。

【0250】

従って、接続形態認識手段110a（図18参照）が、双方向リング伝送路に接続され光信号をアド／ドロップするターミナルノード（終端光伝送装置）に関する情報と、ノードの接続形態に関する接続形態情報と、現用回線／予備回線種別を示す回線種別情報とを一元的に認識しうるように構成されたことになる。

また、図18に示す障害区間検出手段110bは、障害位置を、上記回線接続テーブルの情報と障害情報を示すAPS（Automatic Protection Switching）制御とを用いて検出する。この障害情報を示すAPSとは、リング内の障害位置を示す情報であって、APSコードとも呼ばれる。また、その情報は、SDHのセクションオーバーヘッドK1、K2バイトを用いてリング内を転送する。このAPS制御は、SONETフレーム又はSDHフレーム中のK1/K2バイトを用いた標準規格に基づく。このAPS制御は、主に、リング間を接続するノードに対して行なわれる。なお、この規格は、Bellcore社のGeneric Requirements等の規格（又はCCITT勧告基準）として公知な技術であるので、それらについての詳細な説明を省略する。

【0251】

さらに、図18に示すループバック切り替え制御手段110cは、障害が発生したときに、プライマリノード又はセカンダリノードとして、回線切り替えをするようになっている。

ここで、特にセカンダリノードとしての切り替えについては、次の基本動作（1）及び（2-α）～（2-δ）に示す動作を行なう。なお、これらの基本動作（1）及び（2-α）～（2-δ）は、それぞれ、後述するノード動作に関する説明においても参照する。

（1）基本動作

ループバック切り替え制御手段110cは、リングに障害が発生したとき、予

備回線のアクセスを全て拒否する。この基本動作は、DCP、DTP及びサブマリンBLSRのいずれの接続であっても、共通して行なわれ、リングスイッチのノード状態をトリガとしている。

【0252】

なお、障害発生時のプライマリノードとしての切り替え動作は、現用回線を用いて伝送してきた光信号を、ドロップして、隣接するセカンダリノードに対して、予備回線に切り替えて伝送するようにしている。

(2- α) 予備回線にアクセスすることにより、対向ノードに光信号が到着する場合には、アド及びドロップが行なわれる。ここで、DCPの場合には、逆方向へアド及びドロップが行なわれる。

【0253】

(2- β) スイッチングノードとして動作しており、かつ、リングブリッジが発生している場合には、そのチャネルのブリッジを解除する。

(2- γ) ペアを組んでいるプライマリノードに光信号が到着する場合には、上記に加えて、アド側の光信号にはサービスセクタSSを起動させ、また、ドロップ側の光信号にはドロップしかつコンティニューを行なう。

【0254】

(2- δ) 上記(2- α)～(2- γ)以外で予備回線にアクセスすることにより、対向ノード(セカンダリノード)に光信号が到着する場合には、アド及びドロップする。

なお、これら(2- α)～(2- δ)以外について、ループバック切り替え制御手段110cは、予備回線のアクセスを停止させる。また、対向ノードとは現用回線を終端しているターミナルノード、プライマリノード及びセカンダリノードを意味し、プライマリノードとは自ノード(セカンダリノード)とペアを組み、同一光信号にアクセスしているノードをいい、対向ノードに対するプライマリノードではない。

【0255】

図22は本発明の第2実施形態に係るDCPにおけるノードの基本動作の説明図である。この図22に示す障害検出パターンa(プライマリ・ノードを含む現

用回線の障害と表示されたもの)が発生すると、プライマリノードは、ドロップのみ行ない、サービスセクタSSを停止させ、また、セカンダリノードは、逆方向の予備回線にアクセスするようになっている。この動作は上記の基本動作(2- α)に相当し、これ以外についても、この図22に表示したような基本動作が行なわれる。

【0256】

図23は本発明の第2実施形態に係るDTP時におけるノードの基本動作の説明図である。この図23に示す障害検出パターンa(プライマリ・ノードを含む現用回線の障害と表示されたもの)が発生すると、ターミナルノードは、予備回線(PTCT)へのブリッジを停止し、パス切り替えを停止し、また、セカンダリノードは、順方向の予備回線にアクセスする。この障害検出パターンaは、上記の基本動作(2- α)に相当し、これ以外についても、図23に示す基本動作が行なわれる。

【0257】

図24(a),(b)はそれぞれ本発明の第2実施形態に係るノード間の基本動作の説明図であり、セカンダリノードとターミナルノードとプライマリノードとの3ノード間の動作について表示されている。ここで、図24(a)は図22に示す基本動作(2- α),(2- β),(2- γ)の動作位置をそれぞれ示し、また、図24(b)は図22に示す基本動作(2- α),(2- β),(2- γ)の動作位置をそれぞれ示す。

【0258】

さらに、図24(c)は本発明の第2実施形態に係るプライマリノードとセカンダリノードとの対応を説明するための図である。この図24(c)に示すセカンダリノード1(Sec-1)は、ペアとなるプライマリノードとしてプライマリノード1(Pri-1)を選択し、また、セカンダリノード2(Sec-2)は、ペアとなるプライマリノードとしてプライマリノード2(Pri-2)を選択する。

【0259】

以下、図25～図35を用いて、4ノード間における障害動作パターンを説明

し、図 3 6 から図 3 9 を用いて、3 ノード間における障害動作パターンを説明する。なお、障害動作パターンを単にパターンと称することがある。

図 2 5 は本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図であり、この図 2 5 に示すリング伝送システム 1 0 0 a は、DCP-DCP（両端 DCP）構成である。この図 2 5 に示すリング伝送システム 1 0 0 a のリング 2 は、リング 1 とリング 3 のそれぞれと DCP 接続されている。ここで、リング 2 の 2 箇所のターミナルノード（プライマリノード及びセカンダリノードのペア）において、隣接するリング 1 及びリング 3 のそれぞれと接続されている。

【0260】

これらの片端 DCP、DTP 等の仕様は、Bellcore 社の GR-1230 の基準書により規格化されているが、同一リング内で両端にて予備回線を利用したリング間を相互接続しているものについては書面化されていない。

この図 2 5 に示すノードは、いずれも、接続形態認識手段 1 1 0 a（図 1 8 参照）を有する。そして、この接続形態認識手段 1 1 0 a は、伝送リングに接続されたノードのうち 2 基が、それぞれ、現用回線／予備回線の両方を用いて光信号を伝送続行する DCP 接続であることを認識するようになっている。

【0261】

なお、中間のリング（リング 2 に接続されるリング）は、DTP であったり、あるいは、UPSR であってもよく、また、プライマリノードとセカンダリノードとの間（リング 2 に存在する 2 箇所）には、図示はしないが、他のノードを設けるようにしてもよい。

図 2 6（a）～図 2 6（c）と図 2 7（a）～図 2 7（c）とはいずれも本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCP における障害動作パターンを示す図であり、この図 2 6（a）に示す 4 種類のノードは、それぞれ、例えば図 2 5 に示すリング 2 内のノードである（符号 4，3，1，6 を付したもの）。そして、Sec-2，Pri-2，Pri-1，Sec-1 は、この順に、リング 2 のノード 4，ノード 3，ノード 1，ノード 6 に対応する。また、Sec-1，Pri-1 の一組は、自ノード側のペアであり、Sec-2，Pri-2 の一組は、対向ノード側のペアである。そして、Sec-2，Pri-2 のペアは、隣接するリン

グとDCP接続しており、Sec-1, Pri-1のペアも、隣接するリングとDCP接続している。

【0262】

なお、図26(b), 図26(c)及び図27(a)～図27(c)にそれぞれ示す4種類のノードについても、図26(a)に示すものと同様である。

そして、図26(a)に示すパターンは、通常動作〔以下、ノーマル動作(Normal)と称することがある〕を示すものであり、また、図26(b), (c)にそれぞれ示すパターンは、障害発生時の動作を示すものである。

【0263】

ここで、障害が発生した範囲を、便宜上、次のように分類する。すなわち、Sec-1を基準に考えて、Sec-1の左側のノードへ順に回線接続位置を、リング間の障害位置を示す略称として、N1, N2, N3, N4と名付けるようにする。

N1: 順方向で、自ノード側予備回線範囲

N2: 順方向で、現用回線障害

N3: 順方向で、対向ノード側予備回線障害

N4: 順方向で、その他の回線障害

R1: 逆方向で、その他の回線障害

R2: 逆方向で、対向ノード側予備回線障害

R3: 逆方向で、現用回線障害

R4: 逆方向で、自ノード側予備回線障害

そして、障害が発生した場合、まず、障害が発生したノードが、APS情報を用いて、その障害情報をリング内に転送する。従って、リング間を相互に接続しているプライマリノードと、セカンダリノードとのそれぞれにおいて、回線接続テーブルとAPS情報とから、障害が発生した障害位置N1～N4, R1～R4が特定される。

【0264】

また、図26(a)～図26(c)と図27(a)～図27(c)に示すパターンの数については、リングが両側で接続している場合、複数箇所の障害を含め

て通常16パターンである。そして、プライマリノードとセカンダリノードとのそれぞれの動作を個別に分析することにより、そのパターン数は集約できる。このため、その16パターンの中から、その集約した結果に基づいて各ノードが動作するものだけが表示されている。

【0265】

さらに、図26(a)～(c)及び図27(a)～図27(c)にそれぞれ示すSec-1(図25に示すリング2-ノード6参照)の動作の種類は、次の(1-1)～(1-4)の4種類に集約できる。

(1-1) デフォルト状態

East方向(W→E)に対する操作として、Sec-1は光信号を順方向の予備回線にアドする。West方向(E→W)に対する操作として、Sec-1は順方向からの光信号を、予備回線を伝送する光信号へドロップする。なお、順方向とは、元の(デフォルト)の方向を意味し、また、逆方向とは、デフォルト方向とは逆向きにアクセスしたときの方向を意味する。従って、順方向/逆方向はいずれもE→W方向/W→Eの方向とは異なる。

(1-2) 完全停止状態

Sec-1はアドを停止し、ドロップの代わりにAISを送出する(この動作はドロップ-AISと呼ばれる)。

(1-3) 逆方向アクセス

Sec-1はデフォルト状態にて順方向回線にアドしていた操作を中止し、逆方向回線の予備回線にアドする。また、Sec-1はデフォルト状態にて順方向回線から光信号をドロップしていた操作を中止し、その光信号を逆方向回線の予備回線を伝送する光信号へドロップする。

(1-4) 逆方向アクセスしサービスセクタしかつコンティニュー

Sec-1は逆方向回線の予備回線にアドし、かつ、サービスセクタSSを形成する。また、Sec-1は逆方向回線からの光信号を、予備回線を伝送する光信号へドロップし、かつ、コンティニューする。

【0266】

また、図26(a)に示すPri-1(プライマリノード)の動作の種類は、

次の(2-1)～(2-3)の3種類に集約できる。

(2-1) デフォルト状態

P r i - 1 は順方向回線に光信号をアドし、かつ、サービスセクタ S S を形成する。P r i - 1 は順方向回線からの光信号をドロップし、かつ、その光信号を予備回線にコンティニューする。

(2-2) 完全停止状態

P r i - 1 はスイッチングノードとして動作しているときは、スケルチして、ドロップ-A I S をする。なお、次の(2-3)一部停止状態と同様な動作をすることもある。

(2-3) 一部停止状態

P r i - 1 は順方向回線に光信号をアドするのみ行なう。P r i - 1 は順方向回線からの光信号をドロップするのみ行なう。

【0267】

まず、図26(a)の右側から S e c - 1 にてアドされた光信号は、N 1 (予備回線)を通過して P r i - 1 へ到達し、P r i - 1 において、そのN 1 の光信号と P r i - 1 にてアドされる光信号との両方が、サービスセクタ制御により併せられてN 2 (現用回線)を通過して P r i - 2 へ転送される。

なお、障害ノードにてループバックされ、また、現用回線へのアドと現用回線からのドロップとは、実際には、それぞれ、光信号の伝送を停止せずに、障害ノードにてスケルチすることによって実行されるようになっている。これは、図26のほか、後述する他の障害動作パターンについての図においても、同様である。

【0268】

そして、P r i - 2 において、N 2 にて受信された光信号がドロップされるとともに、コンティニューされ、その光信号は、N 3 (現用回線)を通過して S e c - 2 へ転送される。また、S e c - 2 において、N 3 からの光信号がドロップされる。

なお、S e c - 2 からアドされて、逆方向に伝送する光信号については、通過パスがR 2 (現用回線)、R 3 (現用回線)、R 4 (予備回線)となる点だけが

異なり、その他は同一の制御が行なわれるので、冗長な説明を省略する。

【0269】

以上がノーマル時のDCP-DCPにおける動作である。

次に、図26(b)に示すパターンは、別の区間にて障害が発生したときのものであって、上記の基本動作(1)が行なわれる。この図26(b)に示すN4-R1の単一個所にて障害が発生した場合、Sec-1から見た障害位置はN4-R1間(Sec-1右隣とSec-2の左隣との間)であり、Sec-1とPri-1との間のN1(予備回線)による通信は停止する。

【0270】

この理由は、仮にSec-1と障害位置とをはさむ対向側のノードが、現用回線を用いた通信をしていた場合にその現用回線を救済する必要があるためである。そのRIP制御に当たり、Sec-1においては、アドを停止し、ドロップにはAISを挿入する動作を行なう。このAISについては公知であるためその説明を省略する。また、図26(c)に示すパターンは、例外を示すものであって、上記基本動作(2-γ)に相当する。

【0271】

このように、この例は両端の予備回線が障害であるため、他の現用回線をループバックによって救済することができない。従って、予備回線を用いた通信が、逆方向にアクセスすることにより継続している。

また、図27(a)に示すパターンはプライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合のものであって、上記の基本動作(2-α)が行なわれる。このパターンは、Sec-1から見て、N1-R4(Sec-1の左隣とPri-1の右隣との間)と、N2-R3(Pri-1の左隣とPri-2の右隣との間)とのそれぞれにおいて、障害が発生した場合である。

【0272】

なお、黒い丸はサービスセクタSSを、黒い四角形はリングブリッジを、また、白い四角形はリングスイッチをそれぞれ表す。これらの記号は、その他の図においても同様である。

この場合、Sec-1は光信号を逆方向にアドする。また、Sec-2は逆方

向のR1（予備回線）から受信した光信号をドロップし、かつR2（予備回線）へコンティニューし、Pri-2は、逆方向のR2（予備回線）から受信した光信号をリングスイッチ（ループバック）してドロップする。

【0273】

さらに、Sec-2, Pri-2のそれぞれにてアドされる光信号については、Pri-2はリングブリッジしてN3（予備回線）へ転送する。また、Sec-2はN3から受信する光信号とSec-2にて逆方向にアドする光信号とをサービスセクタ制御してその光信号をN4（予備回線）に転送する。

このように、障害が発生しても予備回線を経由してSec-1にて逆方向に光信号がアド又はドロップされ、従って、障害が回避される。

【0274】

さらに、図27（b）に示すパターンはプライマリノードを含まない現用回線にて障害が発生した場合のものであって、Sec-1から見た障害位置がN2-R3だけのときに相当する。ここで、Sec-2及びPri-1の動作においては、上記の基本動作（2-r）が行なわれる。

加えて、図27（c）に示すパターンは予備回線に障害が発生した場合のものであり、上記と同様な動作なので、重複した説明を省略する。

【0275】

Sec-1がアドする光信号と、Pri-1がアドする光信号とのそれぞれについては、Pri-1は、アドした光信号をリングブリッジしてR4（予備回線）へ転送する。また、Sec-1は、R4から受信した光信号と逆方向にアドする光信号とをサービスセクタ制御し、その光信号をR1へ転送する。さらに、Sec-1, Pri-1のそれぞれにてドロップされる光信号は、Sec-1にてドロップしかつコンティニューされて、その後、Pri-1にてリングスイッチされてドロップされる。

【0276】

このように、上記のSec-1にて逆方向に光信号がアド又はドロップされる動作に加えて、Pri-1にて予備回線経由で受信された光信号がサービスセクタ制御される。

なお、障害検出ノードにおけるリングブリッジ (Ring-Bridge) 動作は、ノーマル BLSR における回線接続情報とは別である。すなわち、N3-R3 及び N2-R3 にて障害が発生した場合 (図示省略) の Pri-1 のリングブリッジ動作は、Pri-1 ノードに隣接する障害検出ノード (図示省略) により行なわれる。換言すれば、障害検出ノードは、相互接続している Pri-1 でなくてもリングブリッジするのである。

【0277】

このように、1つのリングについて複数の接続形態があっても、各ノードについてのパターンを集約することによって、上記の状態に帰一させることができる。そして、分類ごとに上記の動作が行なわれ、これにより、回線の救済制御が行なえる。

次に、DCP-DCW (ノーマル BLSR) の障害動作パターンについて説明する。図28は本発明の第2実施形態に係るリング伝送システムの構成図であり、この図28に示すリング伝送システム100bは、DCP-DCW構成である。また、図29(a)～図29(e)及び図30(a)～図30(c)はそれぞれ本発明の第2実施形態に係るDCP-DCWにおける障害動作パターンを示す図である。なお、障害動作パターンを、単に、パターンと称することがある。

【0278】

これらの図に示す Sec-1 の動作の種類と、Pri-1 の動作の種類とのそれぞれに関する個々の救済方法は、上記DCP-DCP (ノーマル BLSR) の集約時における場合と同様である。すなわち、障害位置及び対向ノードのそれぞれについて、現用回線を用いているのか予備回線を用いているかの情報により BLSR リング全体としての回線救済接続形態は異なるが、Sec-1 と Pri-1 とはいずれもDCP-DCP の集約時における場合と同様な回線救済制御動作をする。

【0279】

続いて、DCW-DCP (ノーマル BLSR) の障害動作パターンについて説明する。図31(a)～図31(h)及び図32(a)～図32(c)はそれぞれ本発明の第2実施形態に係るDCW-DCPにおける障害動作パターンを示す

図である。

これらの図における S e c - 1 の動作の種類と、 P r i - 1 の動作の種類とのそれぞれに関する個々の救済方法は、上記 D C P - D C P (ノーマル B L S R) の集約時における場合と同様である。すなわち、障害位置及び対向ノードの現用回線又は予備回線に関する情報により、B L S R リング全体としての回線救済接続形態は異なるが、S e c - 1 と P r i - 1 とはいずれも D C P - D C P の集約時における場合と同様な回線救済制御動作をする。

【 0 2 8 0 】

さらに、D C W - D C W (ノーマル B L S R) の障害動作パターンについて説明する。図 3 3 は本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図であり、この図 3 3 に示すリング伝送システム 1 0 0 c は、D C W - D C W (両側 D C W) 構成である。

図 3 4 (a) ~ 図 3 4 (h) 及び図 3 5 (a) ~ 図 3 5 (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る D C W - D C W における障害動作パターンを示す図である。

【 0 2 8 1 】

これらの図における S e c - 1 と P r i - 1 とのそれぞれについて、同様に、個々の救済方法は前記記載の D C P - D C P (ノーマル B L S R) の集約時のいずれかの回線救済制御動作を実施する。なお、障害位置及び対向ノードの現用回線又は予備回線に関する情報により、B L S R リング全体としての回線救済接続形態は異なる。

【 0 2 8 2 】

続いて、図 3 6 から図 3 9 を用いて、3 ノード間における障害動作パターンを説明する。

図 3 6 は本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図であり、この図 3 6 に示すリング伝送システム 1 0 0 d は、D T P 構成である。また、図 3 7 (a) ~ 図 3 7 (e) はいずれも本発明の第 2 実施形態に係る D T P における動作パターンを示す図であり、図 3 7 (a) は通常動作を示すものであり、図 3 7 (b) ~ 図 3 7 (e) はそれぞれ、障害動作パターンを示している。

【0283】

ここで、図37(a)に示すSec-1にてアドされた光信号は、N1(予備回線)を通過してTerm(ターミナルノード)へ到達する。このTermにおいて、そのN1の光信号とPri-2からの光信号とが、そのパスを選択されドロップされる。そして、Termにおいて、アドされた光信号は現用回線を経由してPri-2に接続され、予備回線を経由してSec-1に接続されるようになっている。

【0284】

次に、図37(b)には、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生した場合であって、具体的には、Sec-1及びTermから見た障害位置がいずれもN2-R1である場合である。この図37(b)に示す制御は、上記の基本動作(2-a)に相当する。

続いて、図37(c)に示すパターンは、Sec-1, Termから見た障害位置がいずれもN2-R3の場合である。そして、このパターンは、プライマリノードを含まれない現用回線障害であり、上記の基本動作(2-γ)に相当する。

【0285】

図37(d)に示すパターンは、Sec-1, Termから見た障害位置がいずれもN1-R4のときのものである。このパターンは、予備回線障害が発生した場合に相当し、上記の基本動作(1)に相当する。

図37(e)に示すパターンは、Sec-1, Termから見た障害位置がいずれもN4-R1の場合である。このパターンは、別の区間での障害が発生した場合に相当し、上記の基本動作(1)に相当する。

【0286】

次に、図38は本発明の第2実施形態に係るリング伝送システムの構成図であり、この図38に示すリング伝送システム100eは、片端DCP構成である。

図39(a)～図39(e)は、それぞれ、本発明の第2実施形態に係る片端DCPにおける動作パターンを示す図であり、Pri-2, Pri-1, Sec-1の3ノード間における障害動作が表示されている。

【0287】

まず、図39(a)に示すパターンは、通常動作（ノーマル動作）であって、障害のない動作に相当する。次に、図39(b)に示すパターンは、光信号が伝送していない区間において障害が発生したときを表している。さらに、図39(c)に示すパターンは、プライマリノードを含む現用回線に障害が発生したときを表しており、上記基本動作（2-α）に相当する。図39(d)に示すパターンは、プライマリノードを含まない現用回線に障害が発生したときを表しており、上記基本動作（2-γ）に相当する。図39(e)に示すパターンは、予備回線に障害が発生したときを表しており、上記基本動作（1）に相当する。

【0288】

これにより、各パターンに応じて、各ノードが適切な動作を行なえるので、適切な光信号の伝送を行なえる。

従って、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置（ノード）が相互に接続された伝送リング（リング伝送システム100a～100e）における、リング伝送システム用光伝送方法であって、接続形態認識手段110a（図18参照）は、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する（接続形態認識ステップ）。そして、障害区間検出手段110bは、この認識された接続形態に基づき障害が発生した区間を検出する（障害区間検出ステップ）。

【0289】

さらに、ループバック切り替え制御手段110cは、その認識された接続形態とその検出された区間とに基づき、光信号の伝送リングにおけるループバック距離を最小にすべく、伝送パスを切り替えするのである（ループバック切り替え制御ステップ）。

これにより、通常時は、伝送リング（リング伝送システム100a～100e）の各ノードに対して、予め、固有のアドレス番号（ノードID）が割り当てられ、各ノードは、それぞれ、回線情報テーブルを生成する。そして、障害発生時には、APS情報が報知され、各ノードの障害区間検出手段110bはそれぞれ、回線情報テーブルに設定されたデータに基づき、障害区間を検出し、ネットワ

ークが円滑に運用され、光信号は最短な経路を通るように救済されるのである。

【0290】

上述のように構成された本発明のリング伝送システム用光伝送装置について、通常時における回線接続情報の設定を図40～図46を用いて説明し、障害発生時における回線接続情報の設定を図47、図48を用いて説明する。

図40は本発明の第2実施形態に係る片端DCP時の回線接続情報の一例を示す図であり、この図40に示すリング120aは、ノードA、B、C、D、E、F、G、Hからなり、ノードA、ノードG及びノードEにてチャンネル1（現用回線を表す。予備回線はチャンネル25である）がアド／ドロップされている。

【0291】

ここで、ノードGとノードEとはそれぞれ、ネットワークにおける冗長なパスであって、それぞれプライマリノード、セカンダリノードという関係になっており、その間は予備回線を用いて接続されている。また、ノードG、ノードEの対向ノードはいずれもノードAであり、ノードAの対向ノードはノードG、ノードEである。

【0292】

従って、ノードA側には冗長なパスとなるセカンダリノードはないので、片端DCPである。すなわち、片端のノードG、ノードEだけが、ドロップしかつコンティニューを予備回線にて行なっている。

なお、ノードAは冗長なパスでないため、ノードAとペアを組むセカンダリノードも存在していない。従って、一般的には、プライマリノードやセカンダリノードという表現はされないが、あらゆるネットワーク構成においても、同様の回線接続テーブルを用いてアド又はドロップできるように、冗長なパスがない場合（つまり、通常のターミナルノードである場合）は、プライマリノード及びセカンダリノードのノードIDには、それぞれ、ターミナルノードのノードIDを示している。

【0293】

また、図中に表示されるノードIDの位置関係は、上記テーブルと同様になっている。さらに、回線接続テーブルには、本来、固有のノードIDが数字で示され

ているが、説明のため、アルファベットで表している。

そして、図 4 0 ～ 図 4 8 にそれぞれ示す接続形態については、同様に、アド/ドロップしている側に E a s t 方向周り、W e s t 方向周りそれぞれのプライマリノード、セカンダリノードが設定され、ネットワーク構成も設定されている。

【 0 2 9 4 】

まず、ノード A の W e s t 方向周りにアドしている光信号は、回線接続テーブルの右上に G, E と設定され、ノード A は、ネットワーク構成（リング・インターコネクション構成）の E a s t 端に D C - W K と設定される。

また、リングトポロジーを用いて構築された絶対ノード I D が、相対ノード I D に変換され、障害が発生したノードに隣接するノードから、A P S 情報が送信される。これにより、各ノードは、簡単な大小比較によってスケルチ制御及び回線切り替えを行なうことができる。

【 0 2 9 5 】

次に、図 4 1 は本発明の第 2 実施形態に係る片端 D C W 時の回線接続情報の一例を示す図であり、この図 4 1 に示すリング 1 2 0 b は、図 4 0 に示す設定と同様に設定される。

このように、プライマリノードやセカンダリノードがない場合でも、ターミナルノードのノード I D を示しておけば、4 ノードのリングのみならず、3 ノードのリング及び 2 ノードのリング（1 対 1 の通信）においても、光信号を救済するためのパスを適切に選択できる。

【 0 2 9 6 】

また、図 4 2 は本発明の第 2 実施形態に係る D C P - D C P 時の回線接続情報の一例を示す図である。この図 4 2 に示すリング 1 2 0 c は、ノード A ～ ノード H からなり、ノード A, C, E, G にてチャンネル 1（予備回線はチャンネル 2 5）がアド/ドロップされている。そして、ノード A、ノード C から見ると、ノード G、ノード E は、それぞれ、対向ノードであり、反対にノード G、ノード E から見ると、ノード A、ノード C がそれぞれ対向ノードであるので、ネットワーク構成は両端 D C P（D C P - D C P）である。

【 0 2 9 7 】

この図4 2に示すノードAとノードCとはいずれも冗長なパスであり、プライマリノードとセカンダリノードという関係であり、また、これらの間は、予備回線を用いて接続される。同様に、ノードGとノードEとは、いずれも冗長なパスであり、それぞれプライマリノードとセカンダリノードという関係で、予備回線で接続されている。

【0 2 9 8】

そして、この両端DCPにおける回線接続テーブルは、光信号のパスに基づき作成される。すなわち、ノードCからアドされた光信号は、ノードBを通過後、ノードAに到達し、このノードAにて、サービスセクタSSにより、選択される。さらに、ノードAにて選択された光信号は、ノードHを介してノードGに到達する。そして、ノードGにて、一方はドロップされ、他方はコンティニューされて、ノードFを経てノードEにてドロップされる。

【0 2 9 9】

この光信号について追って見ると、ノードAとノードCとはそれぞれ、リング構成のEast端に相当し、また、ノードGとノードEとがWest端に相当するため、ノードCはEast端のセカンダリノードになり、ノードAがEast端のプライマリノードになる。そして、West端がノードGとノードEとなるため、West端のプライマリノードがノードGであり、West端のセカンダリノードがノードEとなる。

【0 3 0 0】

従って、回線接続テーブルについても、アドノードやドロップノードの各々に示したものがそれぞれ、S-E、P-E、P-W、S-Wと設定される。そして、East端、West端の接続形態として、DCPであることが、ネットワーク構成情報として予めハードウェアに対して与えられる。

同様に、ノードEからアドされた光信号は、ノードGにてサービスセクタSSにより選択された後、対向ノード側に伝送し、ノードAにてドロップしかつコンティニューが行なわれる。また、ノードCにてドロップされる光信号のパスについても、同様であって、回線接続テーブルにDCPであることが予め設定され、この設定によりハードウェアが必要な動作を行なえるのである。

【0301】

さらに、図43は本発明の第2実施形態に係るDCP-DCW時の回線接続情報の一例を示す図であり、図44は本発明の第2実施形態に係るDCW-DCW時の回線接続情報の一例を示す図であり、図45は本発明の第2実施形態に係るDTP時の回線接続情報の一例を示す図であり、そして、図46は本発明の第2実施形態に係るDTW時の回線接続情報の一例を示す図である。

【0302】

また、図43に示すリング120d、図44に示すリング120e、図45に示すリング120f、図46に示すリング120gにそれぞれ示したものについても、同様な制御が行なわれ、回線接続テーブル、ネットワーク構成テーブルが作成される。

次に、障害が発生した場合について、図47、図48を用いて説明する。

【0303】

図47は本発明の第2実施形態に係る障害発生時の第1の動作説明図であり、この図47に示すリング140aは、DCP-DCP接続である。そして、リング140aは、ノードA、ノードB間と、ノードA、ノードH間とにおいて障害が発生すると、APS制御により、その障害検出ノード（障害位置の隣接ノード）から、同一リングの各ノードに対して、障害検出ノードのノードID情報を転送し、障害検出ノードが他ノードに報知される。

【0304】

ここで、障害位置に隣接するノードは、必ず2基のノード（例えばノードA、ノードH）が存在するので、各ノードは、それぞれ、2基の障害検出ノードに関する情報（例えばノードID）を受け取る。

この理由は、たとえ2箇所以上にて障害が発生したとしても、各ノードは、それぞれ、2基のノードからの情報を受け取り、障害情報を受け取った各ノードは、障害位置の隣接ノードを知ることができるからである。

【0305】

これにより、各ノードは、それぞれ、予め与えられていた回線接続情報を基に、そのまま伝送を継続すべきか、あるいは、自ノードにて光信号を折り返すべき

かを判定し、アド／ドロップノードで折り返せば、最短距離で光信号を救済する。

図 4 7 において、まず、ノード A は、E a s t 方向の光信号と W e s t 方向の光信号とを受信する。ここで、ノード A は、E a s t 方向の光信号に対しては、アド又はドロップしないので、W e s t 方向側の欄だけに、情報を書き込む。

【 0 3 0 6 】

また、W e s t 方向側の E 端の欄には、自ノード側のアドノードの接続構成と、自ノード側のドロップノードの接続構成とがそれぞれ書き込まれる。これにより、自ノード側のアドノード（ノード C）は D C P であることがわかる。自分が含まれる一对のペア（アドノード及びドロップノード）の接続構成が書き込まれる。一方、W e s t 方向側の W 端の欄には、対向ノード側のアドノードの接続構成と、対向ノード側のドロップノードの接続構成とがそれぞれ書き込まれる。これにより、対向ノード側のドロップノード（ノード E）は D C P であることがわかる。

【 0 3 0 7 】

さらに、図 4 7 に示す回線接続テーブルにも、ネットワーク構成テーブルと同様に、W e s t 方向の光信号のみ書き込まれている。ここで、W e s t 方向の欄は、8 欄に分割されており、このうち、左側の 4 欄のうちの左上欄と右上欄とは、それぞれ、自ノード側のアドノードが属する一对のペア（対向側のセカンダリノード及びプライマリノードを表し、いずれもアドノードである）が書き込まれる。また、左下欄と右下欄とは、それぞれ、自ノード側のドロップノードが属する一对のペア（自局側のセカンダリノード及びプライマリノードを表し、いずれもドロップノードである）が書き込まれる。

【 0 3 0 8 】

一方、W e s t 方向の欄が有する 8 欄にうちの右側の 4 欄のうちの左上欄と右上欄には、それぞれ、対向ノード側のドロップノードが属する一对のペア（いずれもドロップノード）が書き込まれる。例えば、対向ノード側のドロップノード（ノード E）が属する一对のペア（ノード G 及びノード E）が書き込まれる。また、左下欄と右下欄には、それぞれ、対向ノード側のアドノードが属する一对の

ペア（いずれもアドノード）が書き込まれる。

【0309】

ノードGは、E端にてノードHからの障害情報を受信する。一方、反対側のW端にてノードBからの障害情報を受信する。ここで、ノードGは回線接続テーブルとネットワーク構成（リングマップ）とを参照し、E a s t 方向へは、対向ノードのプライマリノードに到達できず、W e s t 方向へは、対向ノードのセカンダリノードには到達できるが、プライマリノードには到達できないことを知る。

【0310】

また、ドロップする光信号についても、ノードGは、E a s t 方向周りの光信号をドロップしても、対向ノードからは光信号が到達しておらず、W e s t 方向周りの光信号を折り返してドロップすれば、対向ノードのセカンダリノードとの通信可能と判定する。

このように、ノードGはE a s t 方向周りへアドし続けていても、対向ノードには到達できないが、自ノード（ノードG）で折り返せば、対向ノードのセカンダリノードに到達できることを知るのである。

【0311】

この結果、救済のためのパスが生成され、最短距離での光信号伝送が行なえる。さらに、障害位置の隣接ノードから、最遠到達ノードのIDが伝送される。そして、各ノードは、それぞれ、この最遠到達ノードIDと、RIPテーブルとを比較し、ネットワークにおける障害位置を知ることができ、これにより、各ノードは、それぞれ、光信号を折り返したり、又は、スイッチングによって光信号を救済する。

【0312】

さらに、両端DCPにおける設定について図48を用いて説明する。

図48は本発明の第2実施形態に係る障害発生時の第2の動作説明図であり、この図48に示すリング140bは、ノードA～ノードHを有する。そして、ノードA、ノードCがペアを組み、また、ノードG、ノードEがペアを組んでいる。ここで、チャンネル1（c h 1）に関しノードAの回線接続テーブルにおいて、ノードAのW e s t 方向周りにアドしている光信号は、回線接続テーブルの右上

にG, Eと設定される。さらに、ノードAは、ネットワーク構成のE a s t 端にDC-P Tと設定する。同様にして、チャンネル1に関するノードGと、チャンネル25に関するノードCと、チャンネル25に関するノードEとのそれぞれが、所定の値を設定し、これにより、各ノードは、それぞれ、リングが両端DC P 構成であることを認識するのである。

【0313】

ここで、ノードAとノードHとの間にて第1の障害が発生し、ノードAとノードBとの間にて第2の障害が発生すると、各ノードは、それぞれ、回線を切り替える。そして、ノードAにてアドされた光信号はいずれの方向にも伝送されない代わりに、ノードCにてアドされた光信号が、予備回線を用いてノードDを経由して、ノードEに到達し、このノードEにて一方はドロップされるとともに、他方は予備回線を伝送してノードF, ノードGをスルーし、ノードHにて折り返されて、反時計方向に現用回線を伝送し、そして、ノードGにてドロップされる。

【0314】

一方、ノードGにてアドされた光信号は、現用回線を用いて伝送し、ノードHにて折り返され、逆の方向を伝送し、ノードG, ノードFを経由して、ノードEに到達する。そして、このノードEにて、他のアドされた光信号と選択されてから、その選択された光信号は、予備回線を伝送し、ノードDを経由して、ノードCにてドロップされる。

【0315】

また、プライマリノードとセカンダリノードとに同一値が設定されることにより、回線接続テーブル等が設定される。そして、この一元管理できる回線接続テーブルを用いて、4ノード、3ノード、2ノードのリング間が相互に接続される。

従って、両端DC P という接続形態のみならず、3ノード間における回線接続（片端DC P - 片端D T P）や、2ノードの回線接続（1対1の通信）も可能となる。

【0316】

このように、各ノードが、それぞれ、現用回線にアドノード、ドロップノード

それぞれの回線接続設定テーブルを有し、対向ノード側が現用回線か予備回線かのどちらを使用して光信号を伝送しているのかを認識し、各ノードは、それぞれ、リング間接続形態を認識できる。

従って、光信号は、各ノードが有するRIP機能と、ループバック機能とによって、ターミナルノードにて最短距離でのループバックが可能となり、光信号の劣化を防止できるようになる。

【0317】

また、従って、RIPテーブルと最短距離でループバックする制御機能との一元管理が可能となり、同一仕様のノードを用いて、リングを構成できるようになるので、装置部材の汎用化が行なえて、コストの低減に寄与できるようになる。

また、このように、回線利用効率、回線障害救済率を向上するので、4ノードのみならず、3ノード及び2ノードで構成されるリングにおいて、高品質な通信を維持できる。

【0318】

とりわけ、両端DCPのリングにおいても、リング間を相互接続するための制御（リング・インターコネクション制御）やループバック制御が可能となり、また、これらの輻輳的なネットワークの制御に対しても、より効果的で高品質なネットワークの救済が行なえる。

さらに、このように、リングトポロジを用いて生成された絶対ノードIDが、相対ノードIDに変換され、そして、障害が発生したノードに隣接するノードから、APS情報が送信されるので、各ノードは、簡単な大小比較によってスケルチ制御及び回線切り替えを行なうことができる。

【0319】

（B1）本発明の第2実施形態の第1変形例の説明

本変形例では、サブマリンBLSRについて説明する。サブマリンBLSRの基本動作は、現用回線にアクセスしている光信号が逆方向にアクセスすることにより対向ノードに光信号が到達する場合にはループバックする。

ここで、逆方向にアクセスして対向ノードに光信号が到達する場合には、ループバックせずに順方向にアクセスしても、光信号は到達しない。一方、逆方向に

アクセスして対向ノードに光信号が到達しない場合は、順方向からアクセスすれば光信号が対向ノードに到達するか又はいずれかの方向から伝送しても光信号が対向ノードに到達しないかのどちらかが起こりうる。なお、この対向ノードとは上記と同様であって、現用回線を終端しているターミナルノード、プライマリノードを意味する。

【 0 3 2 0 】

従って、本変形例では、これらを正確に判定するために、障害位置を特定する際に、複数の障害動作パターンが集約され、真の障害位置が特定されるようになっている。そして、N 1 - R 4 等の障害位置が正確に検出される。

その方法は、B L S RにおけるR I P構成でかつ最短距離でのループバック制御を行なうようになっている。そして、各ノードは、それぞれ、ネットワークの接続形態（片端D C P，片端D T P，片端D C W，片端D T W，D C P - D C P，D C P - D C W，D C W - D C W）の相違に基づいて、プライマリノード、セカンダリノードがそれぞれ集約された複数の動作のうちの一つを行なう。

【 0 3 2 1 】

ここで、各ノードがどの動作を行なうかについては、ネットワーク構成とN 1 ~ N 4，R 1 ~ R 4 のどちらの障害が発生したかによって異なり、基本的には、次の（3 - 1）～（3 - 4）に示す救済制御のルールに基づく。

（3 - 1）リング内で障害が発生した時に、予備回線を使用したアクセスは中止する。これは、現用回線の救済に、その予備回線を使用するためである。

（3 - 2）リング内で障害が発生しても、そのままの回線接続設定で通信を継続する。

（3 - 3）逆方向にアクセスすることにより、回線を救済できると判定された場合は、逆方向にアクセスする。

（3 - 4）（3 - 3）の逆方向アクセスに加えてサービスセクタS Sを形成することにより、アド光信号と逆方向から来るスルー光信号とのうち、品質の良い方を選択するようにする。

【 0 3 2 2 】

図 4 9（a）～図 4 9（d）と図 5 0（a）～図 5 0（c）とは、それぞれ、

本発明の第2実施形態の第1変形例に係る片端接続の動作説明図である。ここで、図49(a)から図49(d)には、それぞれ、ターミナルノードと、プライマリノードと、セカンダリノードとのほか、プライマリノードにはサービスセクタSSが設けられている。

【0323】

図49(a)は正常状態のパターンを示しており、プライマリノードにて、アドされた光信号とセカンダリノードからの光信号とがサービスセクタにより、選択されて、ターミナルノードに対して送信されるようになっている。

図49(b)は、プライマリノードの左側にて障害が発生した時のパターンを示している。ここで、セカンダリノードにおいて、光信号をプライマリノードに対して送信せずに、この図49(b)に示す①と付した回線を用いて、折り返してしまうと、その折り返された光信号はプライマリノードにてアドされて折り返された光信号に上書きされてしまう。このため、サービスセクタができない。また、DCP接続によると、光信号の向きが逆であるので、やはり、救済ができない。

【0324】

図49(c)は、そのような場合の第1のパターンを示したものであって、セカンダリノードにサービスセクタSS(②と付したもの)が設けられている。これにより、プライマリノードにてアドされセカンダリノードに伝送された光信号と、セカンダリノードにてアドされた光信号とは、セカンダリノードにおいて、サービスセクタされるのである。なお、ターミナルノードは、固定的にスイッチすることもできる。

【0325】

従って、この図49(c)に示すセカンダリノードとプライマリノードとのそれぞれによる動作は、DCP接続における動作と類似している。

図49(d)は、第2のパターンを示したものであって、セカンダリノードには、サービスセクタSSは設けられていないが、プライマリノードには、サービスセクタSSが設けられている。

【0326】

これにより、セカンダリノードにおいて(③を付したところ)、光信号をループバックせずに、プライマリノードにてループバックするのである。なお、ターミナルノードは、固定的にスイッチすることもできる。

図50(a)は正常状態のパターンを示しており、プライマリノードにて、アドされた光信号とセカンダリノードからの光信号とがサービスセクタにより、選択されて、ターミナルノードに対して送信されるようになっている。

【0327】

図50(b)は、プライマリノードとセカンダリノードとの間にて障害が発生した時のパターンを示している。ここで、ターミナルノードにおいて、光信号を切り替えると、プライマリノードからのものは、選択されない。

図50(c)は、救済時のパターンを示したものであって、ターミナルノードに、パススイッチが設けられている。これにより、ターミナルノードは、DTP接続のターミナルノードのような動作をすることができる。

【0328】

また、図51(a)～図51(c)は、それぞれ、本発明の第2実施形態の第1変形例に係る両端接続の動作説明図であり、1つのリングの両側において、他のリングと接続している場合のパターンを示している。換言すれば、これらのパターンは、図50(a)～図50(c)にそれぞれ示すパターンを両側に拡張したものである。

【0329】

図51(a)は正常状態のパターンを示しており、プライマリノードにて、アドされた光信号とセカンダリノードからの光信号とがサービスセクタにより、選択されて、対向するプライマリノードとセカンダリノードとに対して送信されるようになっている。

図51(b)は、プライマリノードとセカンダリノードとの間にて障害が発生した時のパターンを示している。ここで、対向するプライマリノードとセカンダリノードとのそれぞれにおいて、光信号が切り替えられると、プライマリノードからのものが選択されない。

【0330】

図 5 1 (c) は、救済時のパターンを示したものであって、対向するプライマリノードに、パススイッチが設けられている。これにより、対向するプライマリノードは、DTP 接続のターミナルノードのような動作をすることができる。

このように、サブマリン BLSR として動作する際には、各ノードは、それぞれ、状況に応じてパスを選択するのである。

【 0 3 3 1 】

次に、図 5 2 (a) , (b) は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る片端 DCW における障害動作パターンの説明図である。なお、片端 DCW については、図 4 1 に示すものと同様である。さらに、この図 5 2 (a) に示すものは、通常時のパターンであり、これについては、上述したものと同様であるので、重複した説明を省略する。

【 0 3 3 2 】

一方、図 5 2 (b) に示すパターンは、Sec-1 及び Pri-1 から見た障害位置がいずれも N1-R4 である場合である。そして、Pri-2 には、サービセレクタにより切り替えられるようになっている。

これにより、Sec-1 にてアドされた光信号は、逆方向の回線を経由して Pri-2 へ到達し、この Pri-2 において、この光信号は、Pri-1 からアドされた光信号と比較され、パス選択されドロップされる。また、Pri-2 にてアドされた光信号は、逆方向の回線を経由して、Sec-1 にてドロップされる。

【 0 3 3 3 】

このように、サブマリン BLSR にて動作するときにも、無駄なパスを省くことができるようになり、光信号の効果的な救済が行なえる。

さらに、このように、リングトポロジーを用いて生成された絶対ノード ID が、相対ノード ID に変換され、そして、障害が発生したノードに隣接するノードから、APS 情報が送信されるので、各ノードは、簡単な大小比較によってスケルチ制御及び回線切り替えを行なうことができる。

【 0 3 3 4 】

図 5 3 (a) , (b) は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係

るDCP-DCWにおける障害動作パターンの説明図である。なお、DCP-DCWについては、図28に示すものと同様である。さらに、この図53(a)に示すものは、通常時の動作であり、これについては、上述したものと同様であるので、重複した説明を省略する。

【0335】

一方、図53(b)に示す接続は、右側からSec-1、Pri-1、Pri-2、Sec-2の順番にノードが接続されている。そして、Sec-1及びPri-1から見た障害位置がいずれもN3-R2である場合のパターンが示されている。

これにより、Sec-1にてアドされた光信号は、逆側の回線を経由してSec-2へ到達し、このSec-2にて、この光信号は、ドロップされる。また、Sec-2にてアドされた光信号は、逆方向の回線を経由して、Sec-1にて一方はドロップされ、他方は、Pri-1にてPri-2からの光信号と選択されて、ドロップされる。

【0336】

このように、サブマリンBLSRにて動作するときにも、無駄なパスを省くことができるようになり、光信号の効果的な救済が行なえる。

続いて、図54(a)、(b)は、それぞれ、本発明の第2実施形態の第1変形例に係るDCW-DCWにおける障害動作パターンの説明図である。なお、DCW-DCWについては、図33に示すものと同様である。さらに、この図54(a)に示すものは、通常時の動作であり、これについては、上述したものと同様であるので、重複した説明を省略する。

【0337】

一方、図54(b)に示す場合は、Sec-1及びPri-1から見た障害位置がいずれもN3-R2である場合であり、プライマリノードにてサービスセレクトされるようになっている。

これにより、Sec-1にてアドされた光信号は、Pri-1にて分岐されて逆側の回線を経由してSec-2へ到達してドロップされる。また、Sec-2にてアドされた光信号は、逆方向の回線を経由し、Sec-1をスルーして、P

r i - 1 にて P r i - 2 からの光信号と選択されてから、ドロップされる。

【 0 3 3 8 】

上述のように構成された本発明のリング伝送システム用光伝送装置について、サブマリン B L S R による回線接続情報の設定を図 5 5 を用いて説明する。

図 5 5 は本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係るサブマリン B L S R における障害発生時の救済経路の説明図である。ここで、この図 5 5 に示すリング 1 4 0 において、白い矢印は、A P S（障害情報を表す。図 1 8 に示す障害区間検出手段 1 1 0 b が障害区間を検出するためのトリガの役割を果たす）の通知経路である。この図 5 5 に示すノード A，ノード H 間にて第 1 の障害が発生し、ノード A，ノード B 間にて第 2 の障害が発生している。そして、第 1 の障害は、ノード H にて検出され、第 2 の障害は、ノード B にて検出される。

【 0 3 3 9 】

ここで、第 1 の障害については、ノード G は、ノード H と現用回線（チャンネル 1）を用いて通信を停止する。そして、ノード G はリングブリッジ及びリングスイッチをすることにより、ノード F から予備回線を用いて伝送した光信号は、ノード G にてドロップされ、また、ノード G にてアドされた光信号は、ノード H にまで伝送されずに、このノード G にて折り返されて、予備回線を用いてノード F に伝送されるのである。

【 0 3 4 0 】

一方、予備回線（チャンネル 2 5）については、通常時にはノード A との間で光信号の送受信されている。この区間に障害が発生すると、前記の最短距離での救済と同様に、ノード C にてノード A 方向とは逆方向に対して光信号がアド（又はドロップ）される。

このように、サブマリン B L S R として動作するときにも、最短距離でループバックが行なえて、光信号を効果的に救済できる。これにより、光信号の伝送ロスを大幅に減少させることができ、また、中継距離の飛躍的な延長ができるようになって、システム運用のコストが大幅に縮小することができる。

【 0 3 4 1 】

（B 2）本発明の第 2 実施形態の第 2 変形例の説明

本変形例では、リングに、特別な回線障害が発生した場合（以下、特例と称することがある）の動作について説明する。

上記の図74，図75に示すリング200は、いずれも、障害が発生した場合に、その障害位置を迂回するときに余計なパスを通っている。このため、ループバックによる余計なパスを通らないようにすることが要求されている。

【0342】

このため、各ノードは、それぞれ、パス切り替え手段110d（図18参照）を有するようになっている。パス切り替え手段110dは、ループバック切り替え制御手段110cに接続され、双方向リング伝送路において、一方向からの第1光信号と、他の方向からの第2光信号とのうちの品質のよい方を選択するものである。

【0343】

なお、本変形例においても、各ノードは、それぞれ、図18に示すノードBと同一の構成であり、それらの重複した説明を省略する。

図56は第2実施形態の第2変形例に係るループバック制御の説明図であり、この図56に示すノードBとノードAとの間において、障害が発生している。ここで、ノードA及びノードBは、それぞれ、スイッチングノードでありが、障害発生時には、何も制御を行なわない。一方、ノードC及びノードFは、それぞれ、ターミナルノードであり、これらのターミナルノードにおいて、ループバック（Loop-back）されるようになっている。

【0344】

そして、各ノードのパススイッチは、どちらか一方の光信号を固定的に選択せずに、双方向からくる光信号をモニタし、より品質の高い方を選択するのである。

これにより、リング200aのノードCのW側からアドされた光信号は、ノードBへ伝送されず、ノードCにて現用回線から予備回線へリングブリッジされる。その光信号は、ノードD，ノードE，ノードFのそれぞれを通過して、ノードFにて、ノードAへは到達せずにリングスイッチされ、このノードFのE側からドロップされるのである。

【 0 3 4 5 】

そして、このように、リング 2 0 0 a において、光信号が最短距離で伝送し又はループバックされ、余計なパスを通過せずに、最短距離でループバック制御が可能となる。さらに、リング 2 0 0 a においては、図 7 5 に示すリング 2 0 0 と異なり、図 7 5 に示すノード B とノード C との間の余計なパスを通過せず最短距離で光信号が伝送される。

【 0 3 4 6 】

このような構成により、図 5 7 に示す切り替えが行なわれる。図 5 7 は本発明の第 2 実施形態の第 2 変形例に係る DCP-DCW における動作説明図である。この図 5 7 に示すリング 2 0 0 b は、DCP-DCW 接続であって、通常時の光信号の流れについては、上記の内容と同一であるので、重複した説明を省略する。

【 0 3 4 7 】

ここで、リング 2-ノード 1 とリング 2-ノード 6 との間にて、障害が発生し、さらに、リング 2-ノード 4 とリング 1-ノード 6 との間においても障害が発生している。また、リング 2-ノード 3 に示す黒い丸はサービスセクタ SS である。

この場合には、リング 2-ノード 3 にて、光信号の選択が行なわれる。すなわち、リング 2-ノード 3 において、リング 2-ノード 4 から予備回線を通じた光信号とリング 2-ノード 2 の現用回線を通じた光信号とのうち品質の良い方が、リング 2-ノード 3 にて選択される。

【 0 3 4 8 】

換言すれば、各ノードにおけるパススイッチは、双方向からの光信号をモニタし、どちらの回線で伝送されている光信号の方がより品質が高いかを判定して、その判定結果に基づいて、適応的に現用回線又は予備回線に光信号を切り替える。

このようにして、リング 2-ノード 3 は、常時、リング 2-ノード 4 からの光信号と、リング 2-ノード 2 からの光信号のうち、品質のよい方が選択されるので、光信号の伝送の信頼性が大幅に向上する。

【 0 3 4 9 】

このようにして、本変形例では、B L S RにおけるR I P構成でかつ最短距離でのループバック制御において、特例動作による制御を用いるので、よりよい回線救済が行なえる。

(C) その他

本発明は上述した実施態様及びその変形例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 0 3 5 0 】

上記の各実施形態及びその変形例において示したノード名や、符号等は、例示であって、これらの名称には限定されない。

また、図面において、単にD C Pと表記したものは、D C P接続又はD C P構成の意味であり、同様に、単に、D T P, D C W, D T Wと表記したものは、それぞれ、D T P接続又はD C P構成, D C W接続又はD C W構成, D T W接続又はD T W構成の意味である。また、図 6 6, 6 9において、S Sと表示されているものは、サービスセクタを表す。

【 0 3 5 1 】

なお、図 2 5, 2 8, 3 3, 3 8, 7 0, 7 2, 7 6に示すリング伝送システムは、R I Pテーブルによるリングの相互接続の一例であり、隣接したノードが必ずプライマリノード又はセカンダリノードとなるものではなく、プライマリノードとセカンダリノードとの間に複数のノードが存在する場合もある。また、ノードが接続される相手についても、リング間の相互接続において、プライマリノードどうしの接続とは限らず、プライマリノードとセカンダリノードとを接続する場合もある。

【 0 3 5 2 】

上記の各ノードの動作について、R I Pテーブルによる障害救済の代表的なものを用いたが、R I Pテーブルを用いた同一リング内のノード数は、4ノードに固定されず、最大16ノードまで拡張できる。例えば図 7 2のように6ノードに限定されるものではない。

また、第2実施形態にて、リング間の障害位置として名付けたN 1 ~ N 4, R

1～R4については、この呼び方に限定されるものではない。

【0353】

そして、各図面において、プライマリノードをPrimary, Primary Node又はPriと表示し、セカンダリノードをSecondary, Secondary Node又はSecと表示し、ターミナルノードをTerminal, Terminal Node又はTermと表示しているが、これらはそれぞれ、同一の意味である。

さらに、図40～図48, 図55にそれぞれ示すネットワーク構成とは、ネットワーク構成情報テーブルを意味する。

【0354】

各図面において、c h. 1等と表示されているものは、チャンネル1等を意味する。

図25, 図28, 図33, 図36, 図38, 図57, 図70～図73, 図76～図79において、インター・コネクティング・パスと表示されているのは、リング間を相互接続するものである。

【0355】

(D) 付記

(付記1) 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャンネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、

該データリンク読み出し手段にて読み出された該トポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成手段と、

該トポロジ生成手段にて生成された該トポロジに基づき、該データリンクチャンネルの該クロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、該データリンクチャンネルの該クロス

コネクト情報に書き込むデータリンク書き込み手段と、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【0356】

(付記2) 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第1のリング伝送システムと、該データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された第2のリング伝送システムとが結合したリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、

該データリンク読み出し手段にて読み出された該トポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成手段と、

該トポロジ生成手段にて生成された該トポロジに基づき、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、書き込むデータリンク書き込み手段と、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段と、

該第1のリング伝送路から該第2のリング伝送路に該光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、該プライマリノードに隣接して該光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、該ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、該クロスコネクト情報に基づいて該現用回線及び該予備回線毎に生成するリップテーブル生成手段と、

該データリンク読み出し手段が読み出した該クロスコネクト情報の該相対ノード識別番号により、自ノードが該プライマリノードであるか該セカンダリノードであるかを認識しうるノード認識手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 5 7 】

(付記 3) 該データリンク書き込み手段が、

自ノードが該アドノードである場合は自ノードの絶対ノード識別番号を該データリンクチャンネルの該アドノード識別番号に設定し、自ノードがドロップノードである場合は該データリンクチャンネルの該ドロップノード識別番号を該アドノード識別番号に対応する自ノードの相対ノード識別番号に設定するように構成されたことを特徴とする、付記 1 又は付記 2 記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 5 8 】

(付記 4) 該データリンク書き込み手段が設定する該相対ノード識別番号が零以外のデータを使用するとともに、

該ノード認識手段が、該データリンクチャンネルの該ドロップノード識別番号が書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、該クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されたことを特徴とする、付記 1 ～付記 3 のいずれか一つに記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 5 9 】

(付記 5) 該ノード認識手段が、

該第 1 のリング伝送システム又は該第 2 のリング伝送システムの接続形態に関し、該光信号が該プライマリノードでドロップされるとともに該光信号が該予備回線にて伝送続行されるディーシービー接続か、若しくは、該光信号が該現用回線と該予備回線との両方にて伝送続行されるディーティービー接続かを、該スケルチテーブルに書き込まれた情報により判定しうる付加情報判定手段をそなえて構成されたことを特徴とする、付記 2 記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 6 0 】

(付記 6) 該付加情報判定手段が、

該プライマリノード識別番号からみた自ノードを示す自ノード識別番号の方向が、該トポロジが表示するノードの並び順と同一方向か逆方向かにより、該第1のリング伝送システム及び該第2のリング伝送システムが、該ディーシーピー接続又は該ディーツーピー接続であるかを判定するように構成されたことを特徴とする、付記5記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【0361】

(付記7) 該スケルチテーブル生成手段が、

該リング伝送システムの光伝送装置の間で同一のスケルチテーブルを生成するように構成されたことを特徴とする、付記1～付記6のいずれか一つに記載のリング伝送システム用光伝送装置。

(付記8) 該リップテーブル生成手段が、

該リング伝送システムの光伝送装置の間で同一のスケルチテーブルを生成するように構成されたことを特徴とする、付記2～付記6のいずれか一つに記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【0362】

(付記9) 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続されたリング伝送システムに使用される、リング伝送システム用光伝送方法であって、

上記の各ノードのそれぞれにおいて、

該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、

該データリンク読み出しステップにて読み出された該トポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成ステップと、

該トポロジ生成ステップにて生成された該トポロジに基づき、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップ

と、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法。

【0363】

(付記10) 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第1のリング伝送システムと、該データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第2のリング伝送システムとで行なわれる、リング伝送システム用光伝送方法であって、

該第1のリング伝送システムが、

外部のノードから該現用回線にて送信された光信号を受信し該光信号を該現用回線にて該第1のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、該第1のリング伝送システムの他のノードから該現用回線にて送信された光信号を受信する第1アドドロップノードと、

該第1アドドロップノードが該現用回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該現用回線にて外部のリング伝送システムと第1のリング伝送システムの他のノードとに送信するとともに、該外部のリング伝送システムが該現用回線にて送信した光信号と該第1のリング伝送システムの他のノードが該予備回線にて送信した光信号とを受信し、受信した該光信号のうちの一方を選択して該現用回線にて該第1のリング伝送システムの他のノードに送信する第1プライマリノードと、

該第1プライマリノードが該予備回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該外部のリング伝送システムに送信するとともに、該外部のリング伝送システムが該予備回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該第1プライマリノードに送信する第1セカンダリノードとをそなえて構成され、

第2のリング伝送システムが、

該第1のリング伝送システムの該第1セカンダリノードが該予備回線にて送信した該光信号を受信して、該光信号を該予備回線にて該第2のリング伝送システムに送信する第2セカンダリノードと、

該第1のリング伝送システムの該第1プライマリノードが送信した該現用回線の光信号と該第2セカンダリノードが送信した該予備回線の該光信号とを受信して該光信号を該現用回線にて該第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、該第2のリング伝送システムの他のノードが該現用回線で送信した光信号を受信し該光信号を該第1のリング伝送システムの該第1プライマリノードに送信し該光信号を該第2セカンダリノードに送信する第2プライマリノードと、

外部のリング伝送システムから該現用回線にて送信された光信号を受信し該光信号を該現用回線にて該第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、該第2のリング伝送システムの他のノードが該現用回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該現用回線にて該外部のリング伝送システムに送信する第2アドドロップノードとをそなえて構成され、

上記の各ノードのそれぞれにおいて、

該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出しステップと、

該データリンク読み出しステップにて読み出された該トポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成ステップと、

該トポロジ生成ステップにて生成された該トポロジに基づき、該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、

該データリンクチャネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップと、

該第 1 のリング伝送路から該第 2 のリング伝送路に該光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、該プライマリノードに隣接して該光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、該ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、該クロスコネクト情報に基づいて該現用回線及び該予備回線毎に生成するリップテーブル生成ステップと、

該データリンク読み出しステップが読み出した該クロスコネクト情報の該相対ノード識別番号により、自ノードが該プライマリノードであるか該セカンダリノードであるかを認識しうるノード認識ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法。

【 0 3 6 4 】

(付記 1 1) 光信号をアドするノードを表すアドノード識別番号と光信号をドロップするノードを表すドロップノード識別番号とを表示するクロスコネクト情報が書き込まれたデータリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第 1 のリング伝送システムと、該データリンクチャネルを有する双方向リング伝送路を介して複数のノードが相互に接続された第 2 のリング伝送システムとで行なわれる、リング伝送システム用光伝送方法であって、

該第 1 のリング伝送システムが、

外部のノードから該現用回線にて送信された光信号を受信し該光信号を該現用回線にて第 1 のリング伝送システムに送信し該光信号を該予備回線にて該第 1 のリング伝送システムに送信するとともに、該第 1 のリング伝送システムの他のノードから該現用回線にて送信された光信号を受信し、また、第 1 のリング伝送システムの他のノードから該予備回線にて送信された光信号を受信し該光信号を該現用回線にて外部のリング伝送システムに送信する第 1 アドドロップノードと、

該第 1 アドドロップノードが該現用回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該現用回線にて外部のリング伝送システムと第 1 のリング伝送システムの他のノードとに送信するとともに、該外部のリング伝送システムが該現用回線にて送信した光信号と該第 1 のリング伝送システムの他のノードが該予備回線にて送

信した光信号とを受信し、受信した該光信号のうち的一方を選択して該現用回線にて該第1のリング伝送システムの他のノードに送信する第1プライマリノードと、

該第1アドドロップノードが該予備回線にて送信した光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該外部のリング伝送システムのノードに送信するとともに、該外部のリング伝送システムのノードが該予備回線にて送信した光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該第1アドドロップノードに送信する第1セカンダリノードとをそなえて構成され、

該第2のリング伝送システムが、

該第1のリング伝送システムの該第1プライマリノードが該予備回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該現用回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、該第2のリング伝送システムの他のノードが該現用回線にて送信した光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該第1のリング伝送システムの該第1プライマリノードに送信する第2プライマリノードと、

該第1のリング伝送システムの該第1セカンダリノードが該予備回線にて送信した光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該第2のリング伝送システムの他のノードに送信するとともに、該第2のリング伝送システムの他のノードが該予備回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該予備回線にて該第1のリング伝送システムの該第1セカンダリノードに送信する第2セカンダリノードと、

該第2プライマリノードが該予備回線にて送信した該光信号を受信し該第2のリング伝送システムの他のノードが該現用回線にて送信した該光信号を受信し該光信号を該現用回線にて外部のリング伝送システムに送信するとともに、該外部のリング伝送システムが該現用回線にて送信した光信号を受信し該光信号を該現用回線にて該第2のリング伝送システムの他のノードに送信し該光信号を該予備回線にて第2のリング伝送システムの他のノードに送信する第2アドドロップノードとをそなえて構成され、

上記の各ノードのそれぞれにおいて、

該データリンクチャネルの該クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジー情報とを読み出すデータリンク読

み出しステップと、

該データリンク読み出しステップにて読み出された該トポロジー情報を用いて、トポロジーを生成するトポロジー生成ステップと、

該トポロジー生成ステップにて生成された該トポロジーに基づき、該データリンクチャンネルの該クロスコネクト情報に、複数のノードのそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号と該トポロジーとを関連させて付された相対ノード識別番号とを書き込むデータリンク書き込みステップと、

該データリンクチャンネルに書き込まれた該クロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成ステップと、

該第 1 のリング伝送路から該第 2 のリング伝送路に該光信号を送信するプライマリノードを示すプライマリノード識別番号と、該プライマリノードに隣接して該光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、該ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、該クロスコネクト情報に基づいて該現用回線及び該予備回線毎に生成するリップテーブル生成ステップと、

該データリンク読み出しステップが読み出した該クロスコネクト情報の該相対ノード識別番号により、自ノードが該プライマリノードであるか該セカンダリノードであるかを認識しうるノード認識ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法。

【 0 3 6 5 】

(付記 1 2) 該データリンク書き込みステップが、

該相対ノード識別番号が零以外のデータを使用するように構成されたことを特徴とする、付記 9 ～付記 1 1 のいずれか一つに記載のリング伝送システム用光伝送方法。

(付記 1 3) 該ノード認識ステップが、

該データリンクチャンネルの該ドロップノード識別番号が書き込まれた領域の零データの有無を認識することにより、該クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されたことを特徴とする、付記 1 0 又は付記 1 1 記載の

リング伝送システム用光伝送方法。

【 0 3 6 6 】

(付記 1 4) 双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送装置であって、

該双方向リング伝送路に接続され、該伝送リングと該伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識手段と、

該接続形態認識手段に接続され、障害が発生した区間を検出する障害区間検出手段と、

該接続形態認識手段と該障害区間検出手段とに接続され、該接続形態と該区間とに基づいて伝送経路を切り替えするループバック切り替え制御手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 6 7 】

(付記 1 5) 該接続形態認識手段が、

該双方向リング伝送路に接続され該光信号をアド／ドロップする終端光伝送装置に関する情報と、該終端光伝送装置の該接続形態に関する接続形態情報と、現用回線／予備回線種別を示す回線種別情報とを一元的に認識しうるように構成されたことを特徴とする、付記 1 4 記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 6 8 】

(付記 1 6) 該接続形態認識手段が、

該伝送リングに接続された該終端光伝送装置のうち少なくとも 2 基が、それぞれ、現用回線／予備回線の両方を用いて該光信号を伝送続行するディーティーピー接続であることを認識するように構成されたことを特徴とする、付記 1 5 記載のリング伝送システム用光伝送装置。

【 0 3 6 9 】

(付記 1 7) 該ループバック切り替え制御手段に接続され、該双方向リング伝送路において、一方向からの第 1 光信号と、他の方向からの第 2 光信号とのうちの品質のよい方を選択するパス切り替え手段をそなえて構成されたことを特徴とする、付記 1 4 記載のリング伝送システム用光伝送装置。

(付記 1 8) 双方向リング伝送路を介して複数の光伝送装置が相互に接続

された伝送リングにおける、リング伝送システム用光伝送方法であって、

該伝送リングと該伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識ステップと、

該接続形態認識ステップにて認識された該接続形態に基づき障害が発生した区間を検出する障害区間検出ステップと、

該接続形態認識ステップにて認識された該接続形態と該障害区間検出ステップにて検出された該区間とに基づき、光信号の該伝送リングにおけるループバック距離を最小にすべく、伝送経路を切り替えするループバック切り替え制御ステップとをそなえて構成されたことを特徴とする、リング伝送システム用光伝送方法

【 0 3 7 0 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明のリング伝送システム用光伝送装置によれば、クロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、データリンク読み出し手段にて読み出されたトポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成手段と、トポロジ生成手段にて生成されたトポロジに基づき、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に書き込むデータリンク書き込み手段と、データリンクチャネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段とをそなえて構成されているので、既存のハードウェアを改造することなく、DCP接続構成又はDTP接続構成の場合に、回線設定を行なえて、正常にスケルチテーブルやリップテーブルの構築が行なえる利点がある。また、スケルチテーブルが構築されるときまで、各光伝送装置にはスケルチテーブルが構築されていないことが通知されるので、ミスコネクトが発生する可能性を減少させることが可能となる（請求項1）。

【 0 3 7 1 】

また、本発明のリング伝送システム用光伝送装置は、データリンクチャネルのクロスコネクト情報とリング状に接続された光伝送装置の並び順を一意的に表示するトポロジ情報とを読み出すデータリンク読み出し手段と、データリンク読み出し手段にて読み出されたトポロジ情報を用いて、トポロジを生成するトポロジ生成手段と、トポロジ生成手段にて生成されたトポロジに基づき、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数の光伝送装置のそれぞれが有する固有の絶対ノード識別番号と、他ノードの絶対ノード識別番号とトポロジとを関連させて付された相対ノード識別番号とを、書き込むデータリンク書き込み手段と、データリンクチャネルに書き込まれたクロスコネクト情報を保持するスケルチテーブルを生成するスケルチテーブル生成手段と、第1のリング伝送路から第2のリング伝送路に光信号を送信するプライマリノードを示す識別番号と、プライマリノードに隣接して光信号を送受信するセカンダリノードを示すセカンダリノード識別番号と、ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルを、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成するリップテーブル生成手段と、データリンク読み出し手段が読み出したクロスコネクト情報の相対ノード識別番号により、自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかを認識しうるノード認識手段とをそなえて構成されているので、セカンダリノードとして機能する光伝送装置に対して、各種の情報が、自動的に送信されるとともに、現用回線にクロスコネクトしているノードに対して、DCP接続及びDTP接続の態様を各回線毎に自動的に判断できる利点がある（請求項2）。

【0372】

さらに、上記のデータリンク書き込み手段は、自ノードがアドノードである場合は自ノードの絶対ノード識別番号をデータリンクチャネルのアドノード識別番号に設定し、自ノードがドロップノードである場合はデータリンクチャネルのドロップノード識別番号をアドノード識別番号に対応する自ノードの相対ノード識別番号に設定するように構成されてもよく、また、相対ノード識別番号が零以外のデータを使用してノード認識手段が、零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されてもよく、

このようにすれば、ハードウェアを改造し、データリンクの情報量を増加させる必要がなくなるとともに、製品の汎用性を向上させられる利点がある。

【 0 3 7 3 】

そして、上記のノード認識手段は、DCP接続か、若しくは、DTP接続かを、スケルチテーブルに書き込まれた情報により判定しうる付加情報判定手段 1 2 d をそなえて構成されてもよく、また、この付加情報判定手段が、プライマリノード識別番号からみた自ノードを示す自ノード識別番号の方向が、トポロジが表示するノードの並び順と同一方向か逆方向かにより、DCP接続又はDTP接続であるかを判定するように構成されてもよく、このようにすれば、セカンダリノードに対する設定が、回線設定を行なうことによって、自動的に通知されるとともに、セカンダリノードであることも同時に通知されるため、セカンダリノードは、特別な設定を一切する必要がなくなることで、各操作を簡潔化でき、システムとして、より正常に動作させることが簡単になり、信頼性の向上と、マンマシンインターフェースの簡略化を向上させることができる利点がある。

【 0 3 7 4 】

そして、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、トポロジ情報が読み出され、そのトポロジ情報を用いてトポロジが生成され、データリンクチャネルのクロスコネクト情報に、複数のノードの絶対ノード識別番号と他ノードの絶対ノード識別番号と相対ノード識別番号とが書き込まれ、スケルチテーブルが生成されるので、このようにすれば、スケルチテーブルとリップテーブルとが、データリンクの設定と同時かつ自動的に行なわれ、また、最小限の設定により正常動作させることができる利点がある（請求項 3）。

【 0 3 7 5 】

また、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、DCP接続又はDTP接続構成において、プライマリノード識別番号と、セカンダリノード識別番号と、ドロップノード識別番号とを保持するリップテーブルが、クロスコネクト情報に基づいて現用回線及び予備回線毎に生成され、その相対ノード識別番号により自ノードがプライマリノードであるかセカンダリノードであるかが認識されるので、このようにすれば、多量の設定項目が存在しても、設定項目を少なくしたまま

、簡易に、光伝送装置の設定を行なえる利点があり、また、スケルチテーブルが、既存のハードウェアで高速に生成され、効率的な情報伝送が可能となる利点がある。

【0376】

加えて、上記のデータリンク書き込みは、相対ノード識別番号が零以外のデータを使用するように構成されたり、零データの有無を認識することにより、クロスコネクト情報の設定が完了したことを判定するように構成されてもよく、このようにすれば、現状のデータリンクが有する情報量のまま、その設定項目を増加させずにデータリンクを構築できる利点がある。また、セカンダリノードが、スケルチテーブルが構築されるまでに、AISを自動的に送信するので、回線の安全性を高められる利点がある。

【0377】

そして、本発明のリング伝送システム用光伝送装置は、双方向リング伝送路に接続され、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識手段と、接続形態認識手段に接続され、障害が発生した区間を検出する障害区間検出手段と、接続形態認識手段と障害区間検出手段とに接続され、接続形態と区間とに基づいて伝送パスを切り替えするループバック切り替え制御手段とをそなえて構成されているので、回線使用率が向上し、回線障害救済率が向上する利点がある。例えばリング2-ノード3が、リング2-ノード2から受信した光信号と、リング2-ノード4からの光信号とのうちの品質の良い方の光信号を選択して、リング1-ノード1に転送し、光信号の品質が向上する利点がある（請求項4）。

【0378】

また、その接続形態認識手段は、双方向リング伝送路に接続され光信号をアド／ドロップする終端光伝送装置に関する情報と、終端光伝送装置の接続形態に関する接続形態情報と、現用回線／予備回線種別を示す回線種別情報とを一元的に認識しうるように構成されてもよく、あるいは、伝送リングに接続された終端光伝送装置のうち少なくとも2基が、それぞれ、現用回線／予備回線の両方を用いて光信号を伝送続行するディーディーピー接続であることを認識するように構成

されてもよく、このようにすれば、R I PテーブルによるR I P機能と最短距離でのループバック制御機能とがそれぞれ発揮され、対向ノードの使用する現用回線／予備回線に関する情報を得ることができ、従って、障害発生時の回線救済効率が向上する利点がある。

【0379】

さらに、上記ループバック切り替え制御手段に接続され、双方向リング伝送路において、一方向からの第1光信号と、他の方向からの第2光信号との中の品質のよい方を選択するパス切り替え手段をそなえて構成することもでき、このようにすれば、特別な回線障害が発生した場合にも光信号の救済を制御できる。

【0380】

加えて、本発明のリング伝送システム用光伝送方法は、伝送リングとこの伝送リングに接続された他の伝送リングとの間の接続形態を認識する接続形態認識ステップと、接続形態認識ステップにて認識された接続形態に基づき障害が発生した区間を検出する障害区間検出ステップと、接続形態認識ステップにて認識された接続形態と障害区間検出ステップにて検出された区間とに基づき、光信号の伝送リングにおけるループバック距離を最小にすべく、伝送パスを切り替えするループバック切り替え制御ステップとをそなえて構成されているので、4ノード間の回線接続のみならず、3ノード間の回線接続及び2ノード間の回線接続ができる利点がある（請求項5）。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係るリング伝送システムの模式図である。

【図2】

本発明の第1実施形態に係るデータリンクのフォーマットを示す図である。

【図3】

本発明の第1実施形態に係る光伝送装置の構成図である。

【図4】

(a) はリング伝送システムの光伝送装置に付された絶対ノードIDの一例を示す図であり、(b) はノードIDとトポロジーテーブルとの関係を示す図であ

り、(c)はトポロジーテーブルと相対ノードIDとの関係を示す図である。

【図5】

(a)は現用回線のドロップのみを行なうノードの模式図であり、(b)は現用回線のアドのみを行なうノードの模式図であり、(c)は予備回線のドロップのみを行なうノードの模式図であり、(d)は予備回線のアドのみを行なうノードの模式図である。

【図6】

(a)は2方向からの光信号を選択してアドするノードの模式図であり、(b)は1方向からの光信号を2方向に伝送するノードの模式図である。

【図7】

(a)は1方向からの光信号を2方向に伝送するノードの模式図であり、(b)は2方向からの光信号を選択しドロップするノードの模式図である。

【図8】

本発明の第1実施形態に係るDCP接続されたリング伝送システムの模式図である。

【図9】

(a)はDCP接続形態を説明するための模式図であり、(b)はDCP接続における各ノードでのデータリンクの中身を示す図である。

【図10】

本発明の第1実施形態に係るDTP接続されたリング伝送システムの模式図である。

【図11】

(a)はDTP接続形態を説明するための模式図であり、(b)はDTP接続における各ノードでのデータリンクの中身を示す図である。

【図12】

本発明の第1実施形態に係るアド設定の光信号伝送シーケンスを示す図である。

【図13】

本発明の第1実施形態に係るアドノードとしてのシーケンスを示す図である。

【図 1 4】

本発明の第 1 実施形態に係るドロップ設定の光信号伝送シーケンスを示す図である。

【図 1 5】

本発明の第 1 実施形態に係るドロップノードとしてのシーケンスを示す図である。

【図 1 6】

本発明の第 1 実施形態の変形例に係るノードを統合した場合のリング伝送システムの模式図である。

【図 1 7】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの概略構成図である。

【図 1 8】

本発明の第 2 実施形態に係るノード B の構成図である。

【図 1 9】

(a), (b) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係るノード ID の説明図である。

【図 2 0】

本発明の第 2 実施形態に係る回線接続テーブルの説明図である。

【図 2 1】

本発明の第 2 実施形態に係るネットワーク構成情報テーブルの説明図である。

【図 2 2】

本発明の第 2 実施形態に係る DCP におけるノードの基本動作の説明図である。

【図 2 3】

本発明の第 2 実施形態に係る DTP 時におけるノードの基本動作の説明図である。

【図 2 4】

(a), (b) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係るノード間の基本動作の説明図であり、(c) は本発明の第 2 実施形態に係るプライマリノードとセカン

ダリノードとの対応を説明するための図である。

【図 2 5】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図である。

【図 2 6】

(a) ~ (c) はいずれも本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCP における障害動作パターンを示す図である。

【図 2 7】

(a) ~ (c) はいずれも本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCP における障害動作パターンを示す図である。

【図 2 8】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図である。

【図 2 9】

(a) ~ (e) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCW における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 0】

(a) ~ (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCW における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 1】

(a) ~ (h) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCW-DCP における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 2】

(a) ~ (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCW-DCP における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 3】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図である。

【図 3 4】

(a) ~ (h) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCW-DCW における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 5】

(a) ~ (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る DCW-DCW における障害動作パターンを示す図である。

【図 3 6】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図である。

【図 3 7】

(a) ~ (e) はいずれも本発明の第 2 実施形態に係る DTP における動作パターンを示す図である。

【図 3 8】

本発明の第 2 実施形態に係るリング伝送システムの構成図である。

【図 3 9】

(a) ~ (e) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態に係る片端 DCP における障害動作パターンを示す図である。

【図 4 0】

本発明の第 2 実施形態に係る片端 DCP 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 1】

本発明の第 2 実施形態に係る片端 DCW 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 2】

本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCP 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 3】

本発明の第 2 実施形態に係る DCP-DCW 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 4】

本発明の第 2 実施形態に係る DCW-DCW 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 5】

本発明の第 2 実施形態に係る DTP 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 6】

本発明の第 2 実施形態に係る D T W 時の回線接続情報の一例を示す図である。

【図 4 7】

本発明の第 2 実施形態に係る障害発生時の第 1 の動作説明図である。

【図 4 8】

本発明の第 2 実施形態に係る障害発生時の第 2 の動作説明図である。

【図 4 9】

(a) ～ (d) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る片端接続の動作説明図である。

【図 5 0】

(a) ～ (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る片端接続の動作説明図である。

【図 5 1】

(a) ～ (c) はそれぞれ本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る両端インターコネクションの動作説明図である。

【図 5 2】

(a) , (b) は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る片端 DCW における障害動作パターンの説明図である。

【図 5 3】

(a) , (b) は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る DC P - DCW における障害動作パターンの説明図である。

【図 5 4】

(a) , (b) は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係る DC W - DCW における障害動作パターンの説明図である。

【図 5 5】

本発明の第 2 実施形態の第 1 変形例に係るサブマリン B L S R における障害発生時の救済経路の説明図である。

【図 5 6】

第 2 実施形態の第 2 変形例に係るループバック制御の説明図である。

【図 57】

本発明の第2実施形態の第2変形例に係るDCP-DCWにおける動作説明図である。

【図 58】

UPSR構成の模式図である。

【図 59】

(a)～(c)はそれぞれBLSR構成の模式図である。

【図 60】

トポロジを説明するための図である。

【図 61】

データリンクのフォーマットを示す図である。

【図 62】

(a)はアドノードとドロップノードとを有するリング伝送路の模式図であり、(b)はノードのスケルチテーブルの一例を示す図であり、(c)は各ノードでのスケルチテーブル値を比較するための図である。

【図 63】

(a)は3ノードが接続された模式図であり、(b)～(e)はそれぞれ各ノードにおけるデータリンクの内容を示す図であり、(f)は各ノードのスケルチテーブルの内容を示す図である。

【図 64】

DCP接続の模式図である。

【図 65】

(a)はDCP接続の構成図であり、(b)はDCP接続された各ノードのスケルチテーブルの説明図である。

【図 66】

DCP接続におけるプライマリノード及びセカンダリノードの動作説明図である。

【図 67】

DTP接続の模式図である。

【図 6 8】

(a) は D T P 接続の構成図であり、(b) は D T P 接続された各ノードのスケルチテーブルの説明図である。

【図 6 9】

D T P 接続におけるプライマリノード及びセカンダリノードの動作説明図である。

【図 7 0】

片端 D C W の構成図である。

【図 7 1】

D T W の構成図である。

【図 7 2】

片端 D C P の構成図である。

【図 7 3】

D T P の構成図である。

【図 7 4】

通常時のノーマル B L S R としての伝送の説明図である。

【図 7 5】

回線救済制御の説明図である。

【図 7 6】

D C P - D C W のリング間相互接続の説明図である。

【図 7 7】

障害発生時のリングの説明図である。

【図 7 8】

リングスイッチ機能がないネットワークにて障害が発生した場合の説明図である。

【図 7 9】

リングスイッチ機能がないネットワークにて障害が発生した場合の説明図である。

【符号の説明】

1 データリンク

10, 20, 20', 30 第1のリング伝送システム

10a~10f, 20a~20e, 21a~21e, 26a, 26b, 30a~30e, 31a~31e, 42a~42h リング伝送システム用光伝送装置 (光伝送装置又はノード)

11, 21, 21', 31 第2のリング伝送システム

11a データリンク読み出し手段

11b トポロジ生成手段

11c データリンク書き込み手段

11d スケルチテーブル生成手段

11e スケルチテーブル

12a RIPテーブル生成手段

12b RIPテーブル

12c ノード認識手段

13a イースト側受信部

13b イースト側送信部

14a ウェスト側送信部

14b ウェスト側受信部

25, 25', 35, 35', 100, 100a~100e, 120a~120g, 140, 140a, 140b, 150, 200, 500 リング伝送システム (リング)

110a 接続形態認識手段

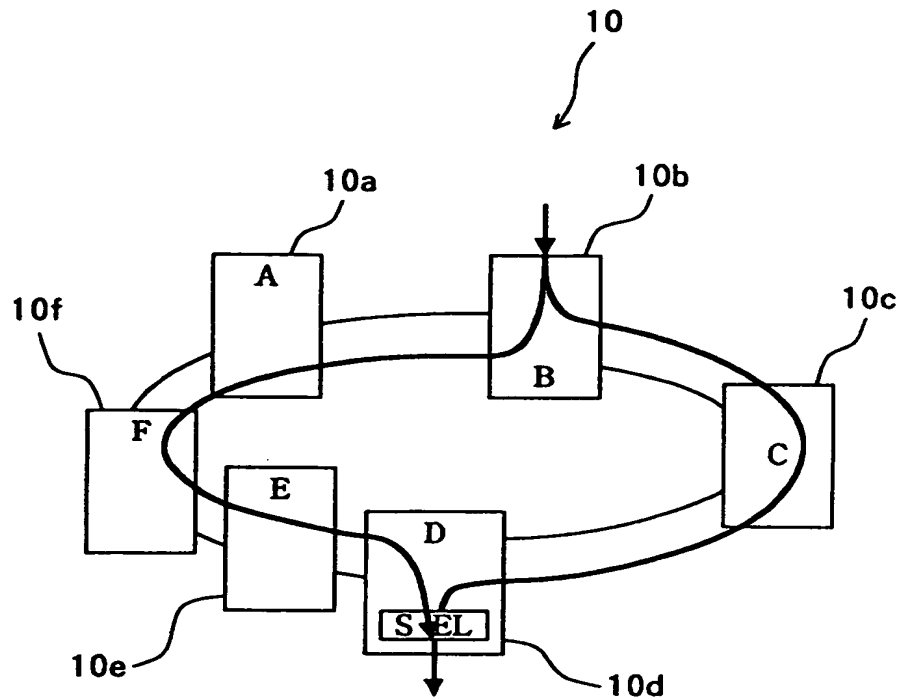
110b 障害区間検出手段

110c ループバック切り替え制御手段

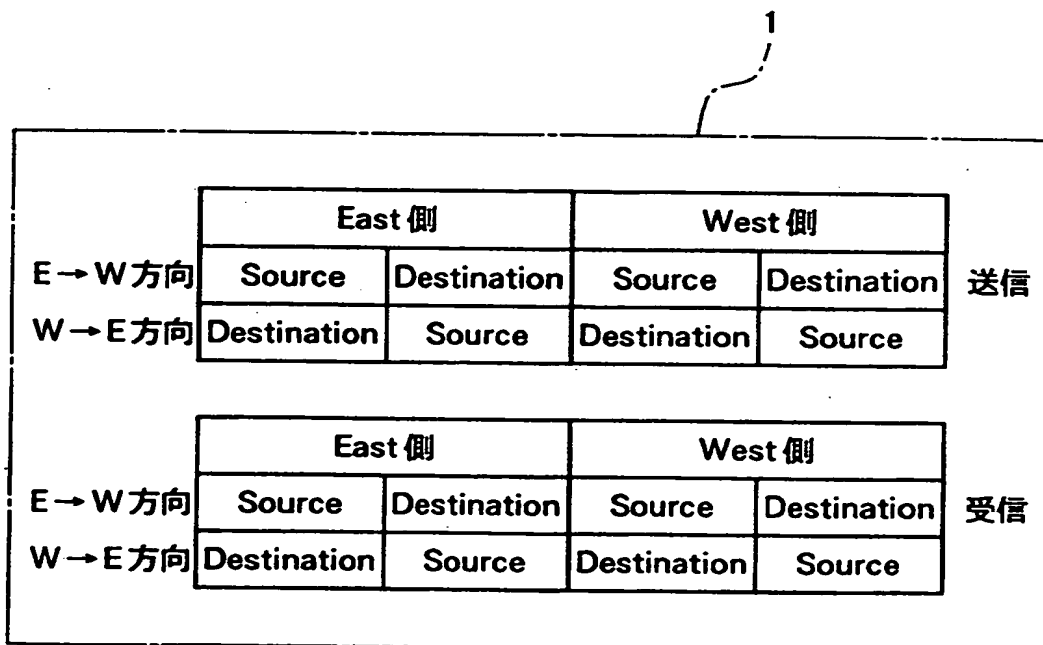
110d パス切り替え手段

【書類名】 図面

【図 1】

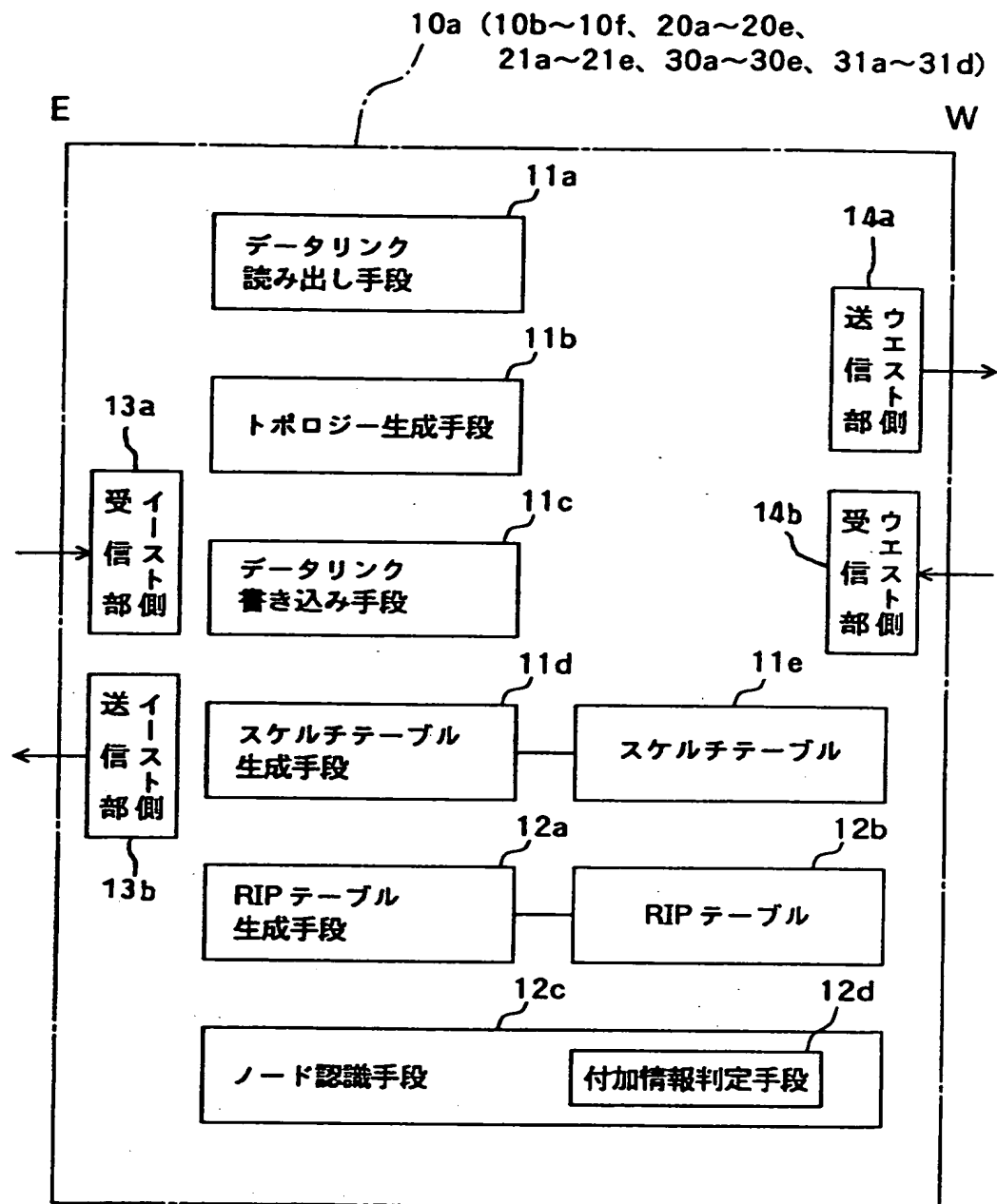


【図 2】

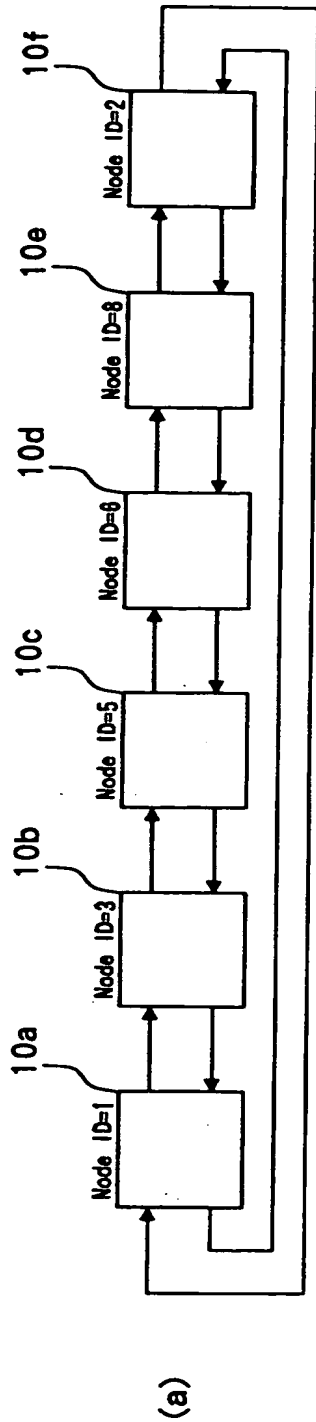


Source : 4bits
Destination : 4bits

【図 3】



【図 4】



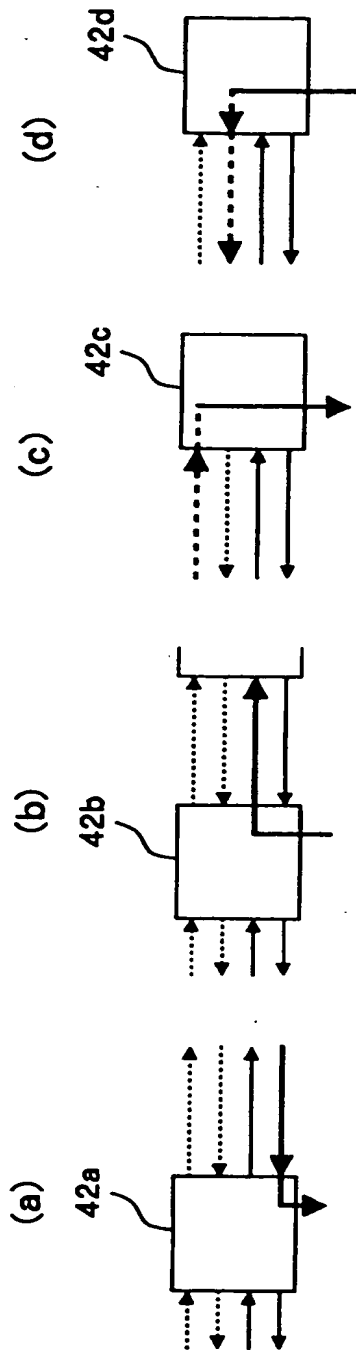
(b)

Node ID	1	3	5	6	8	2
トポロジケーター	1.3.5.6.8.2	3.5.6.8.2.1	5.6.8.2.1.3	6.8.2.1.3.5	8.2.1.3.5.6	2.1.3.5.6.8

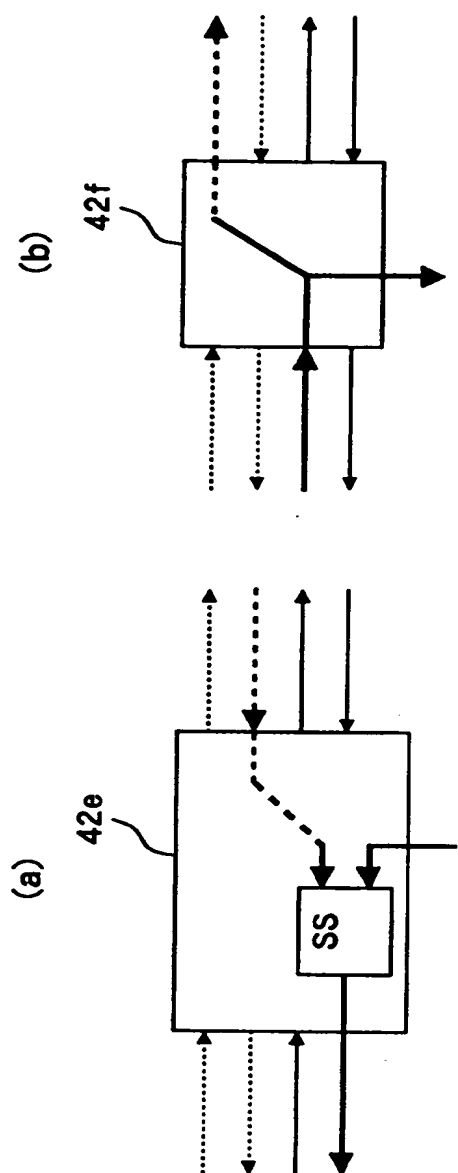
(c)

Node	Node	Node	Node	Node	Node
1	3	5	6	8	2
示す	示す	示す	示す	示す	示す
Node	Node	Node	Node	Node	Node
0	1	3	5	6	8
1	3	5	6	8	2
2	5	6	8	2	1
3	6	8	2	1	3
4	8	2	1	3	5
5	2	1	3	5	6
					8

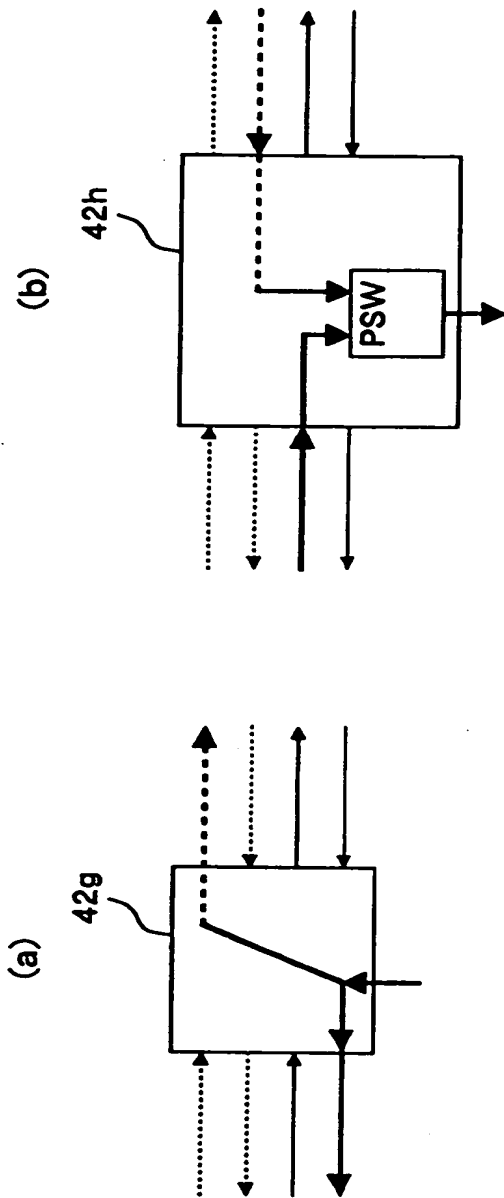
【図 5】



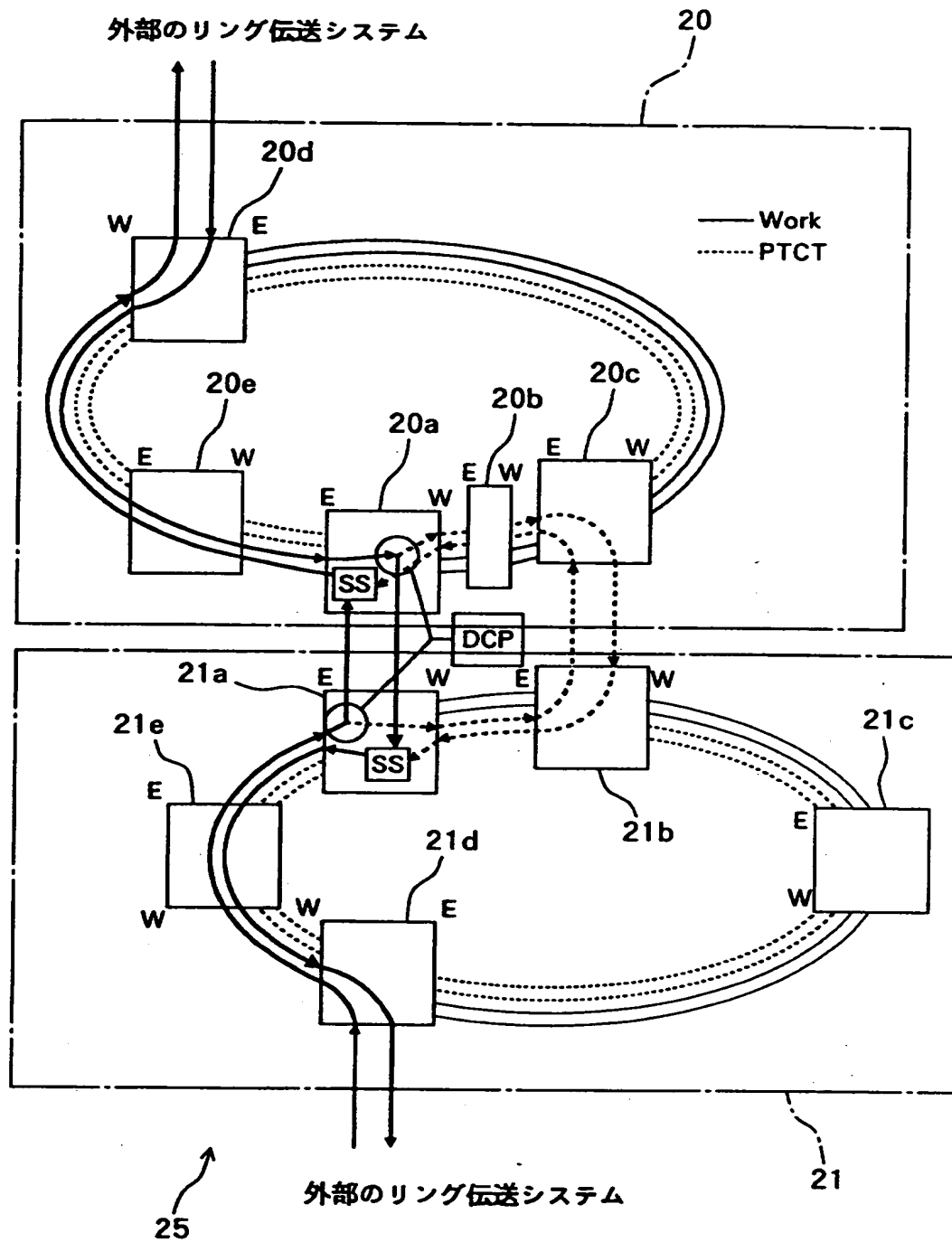
【図 6】



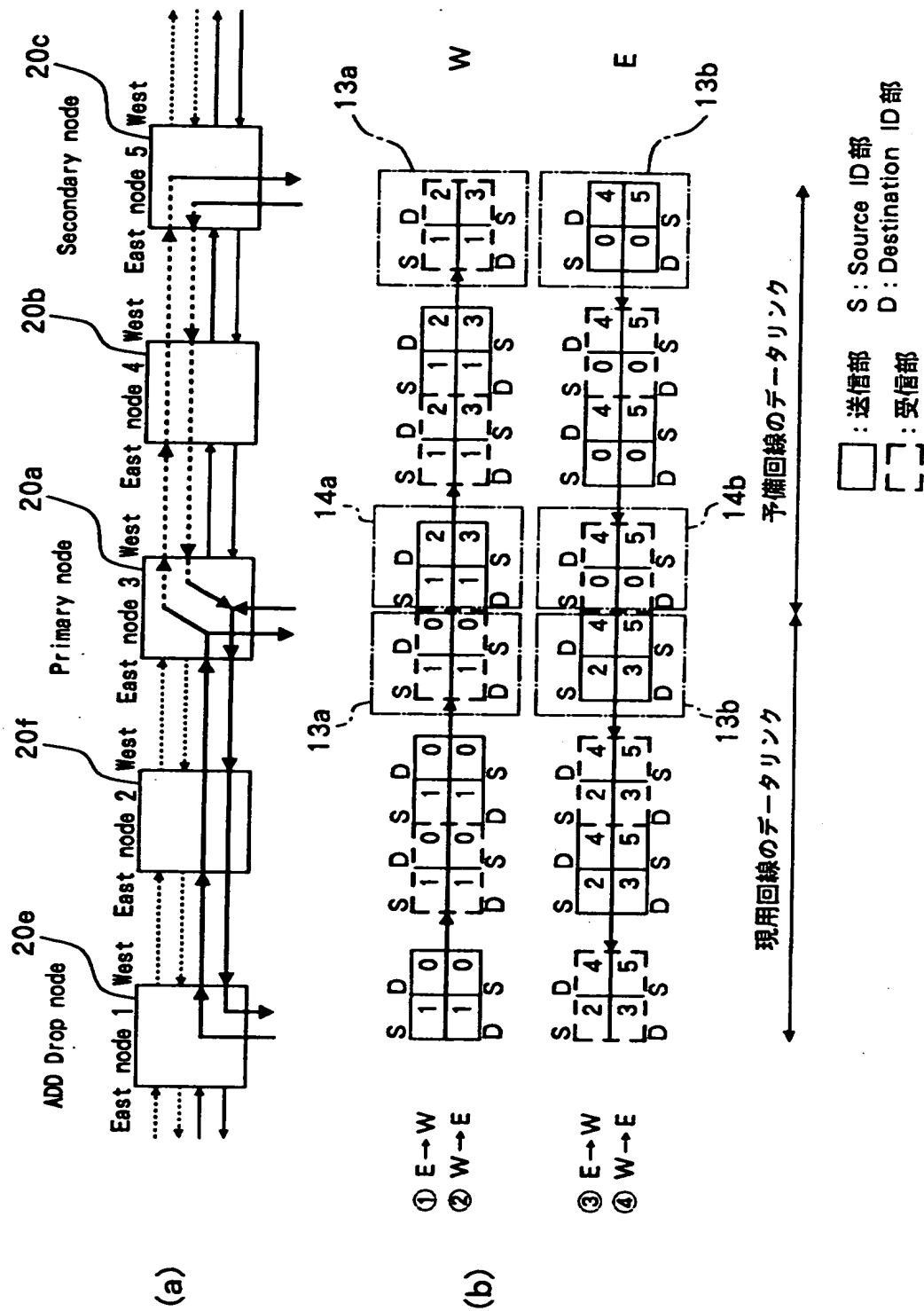
【図 7】



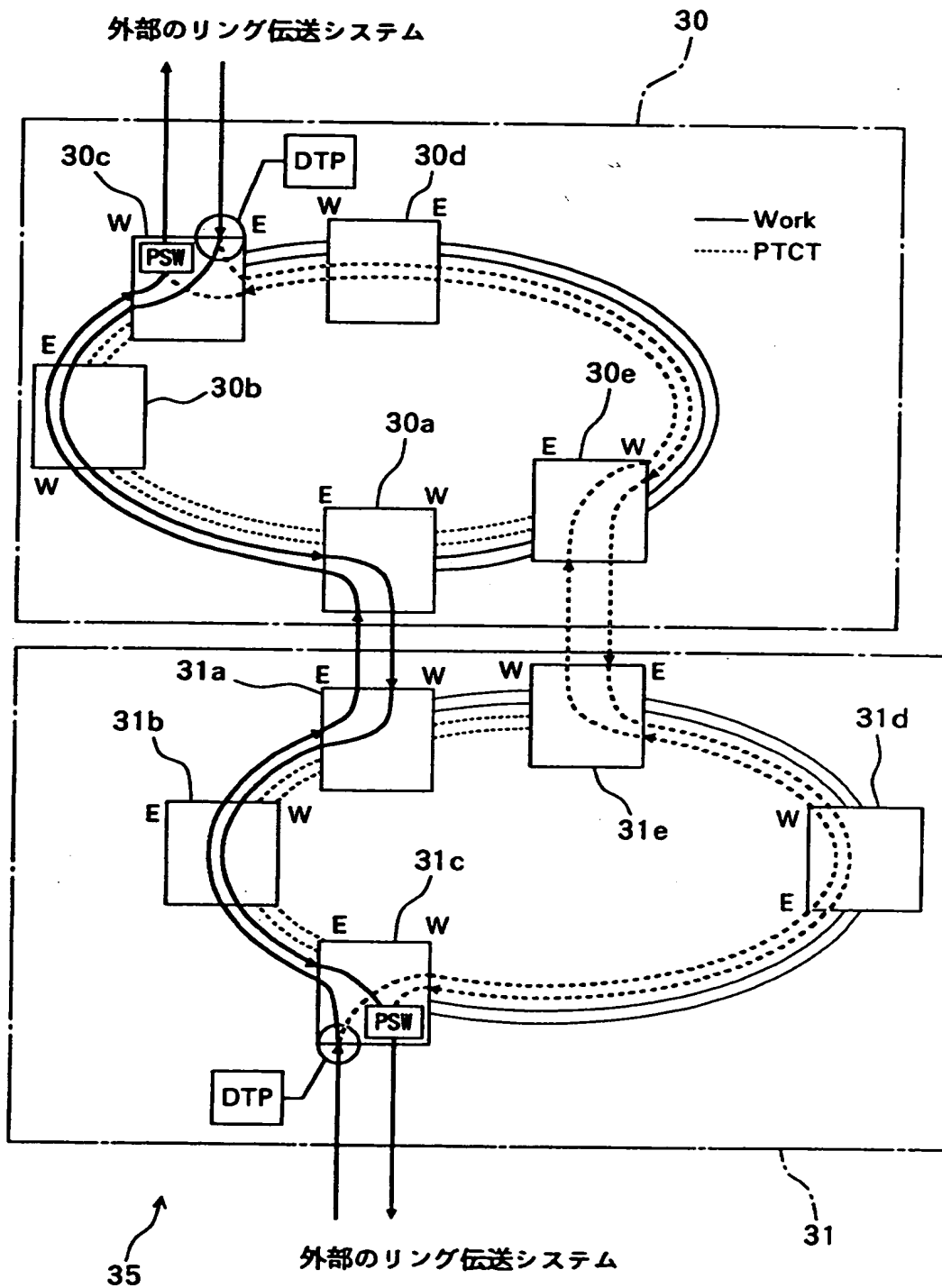
【図 8】



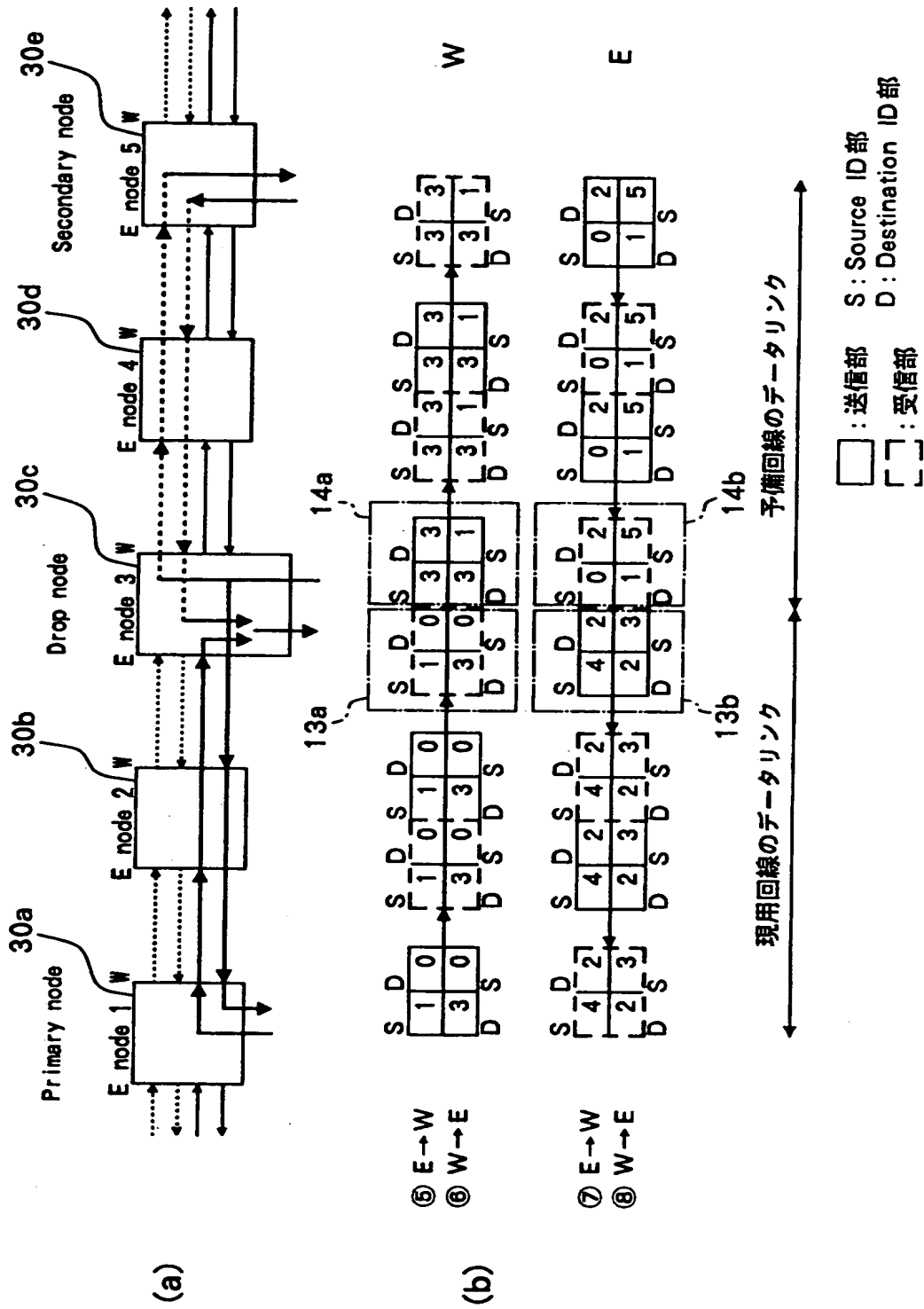
【図9】



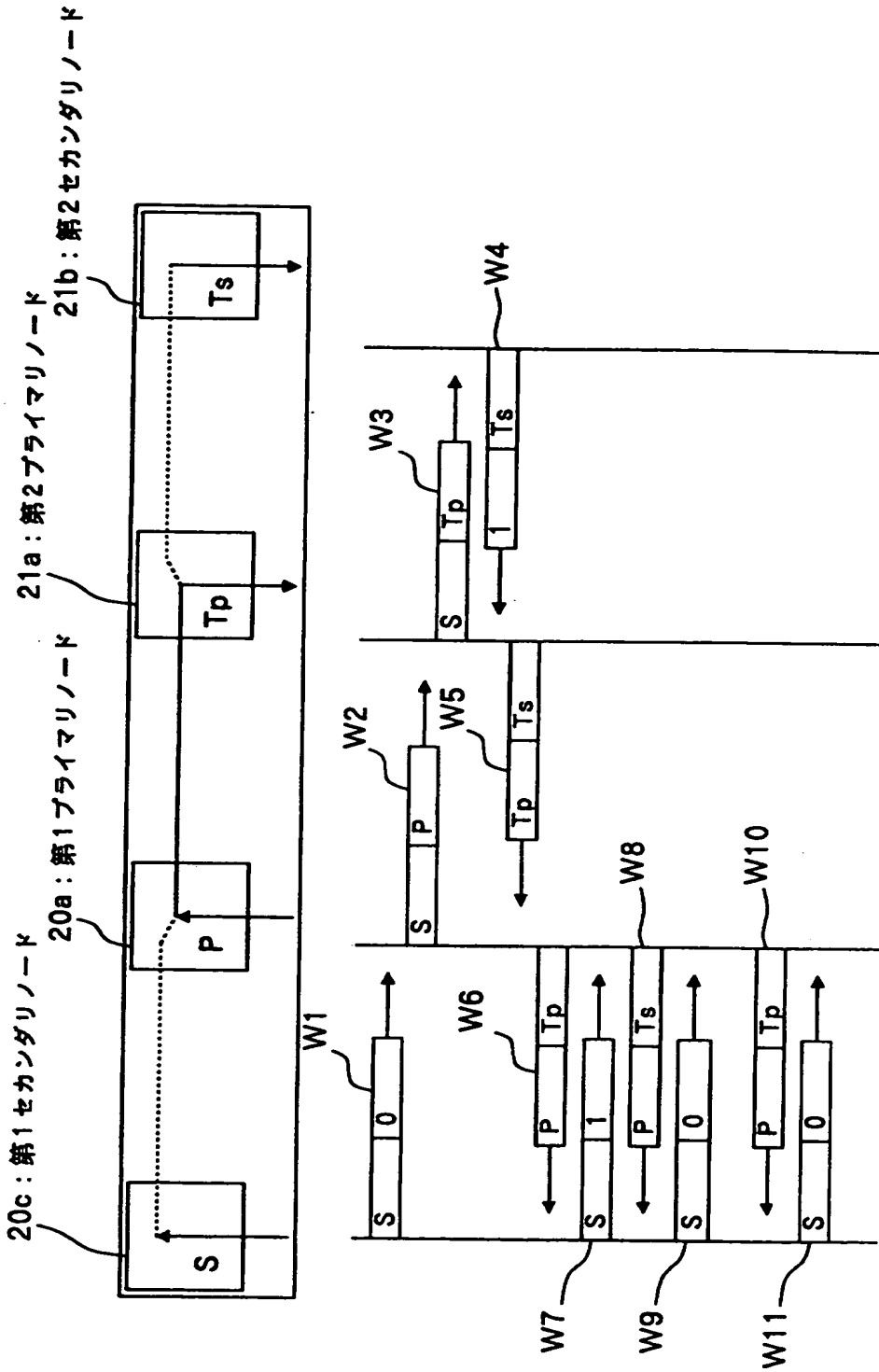
【図10】



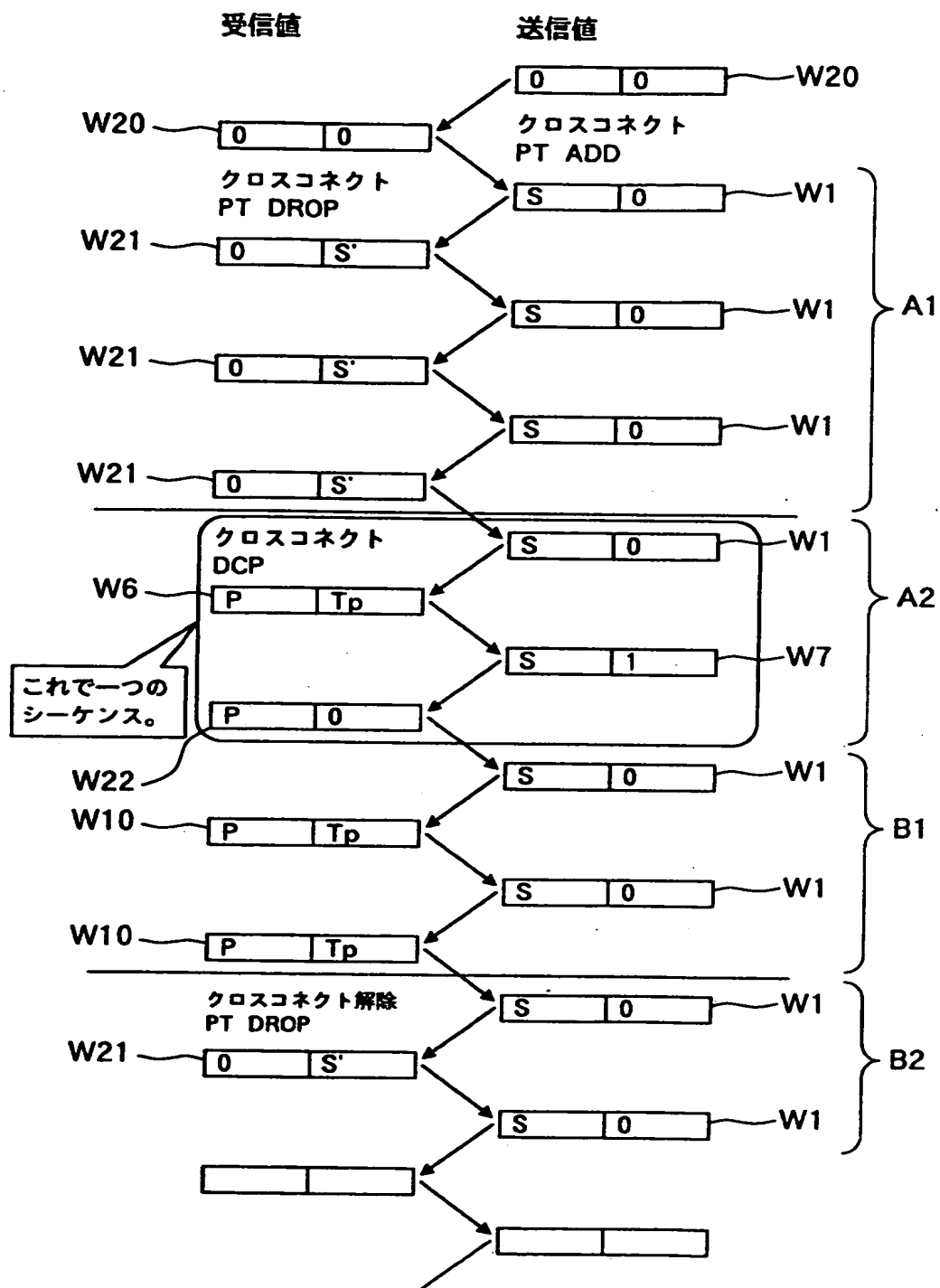
【図 11】



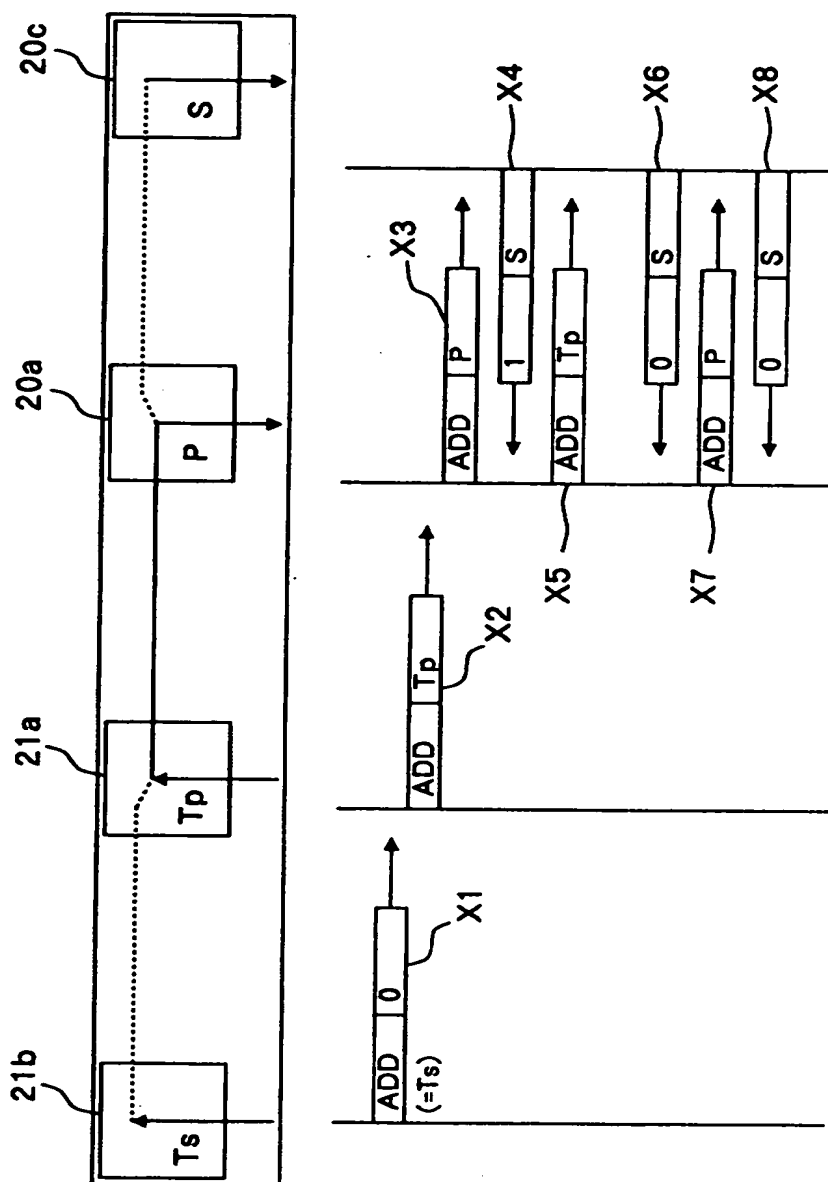
【図12】



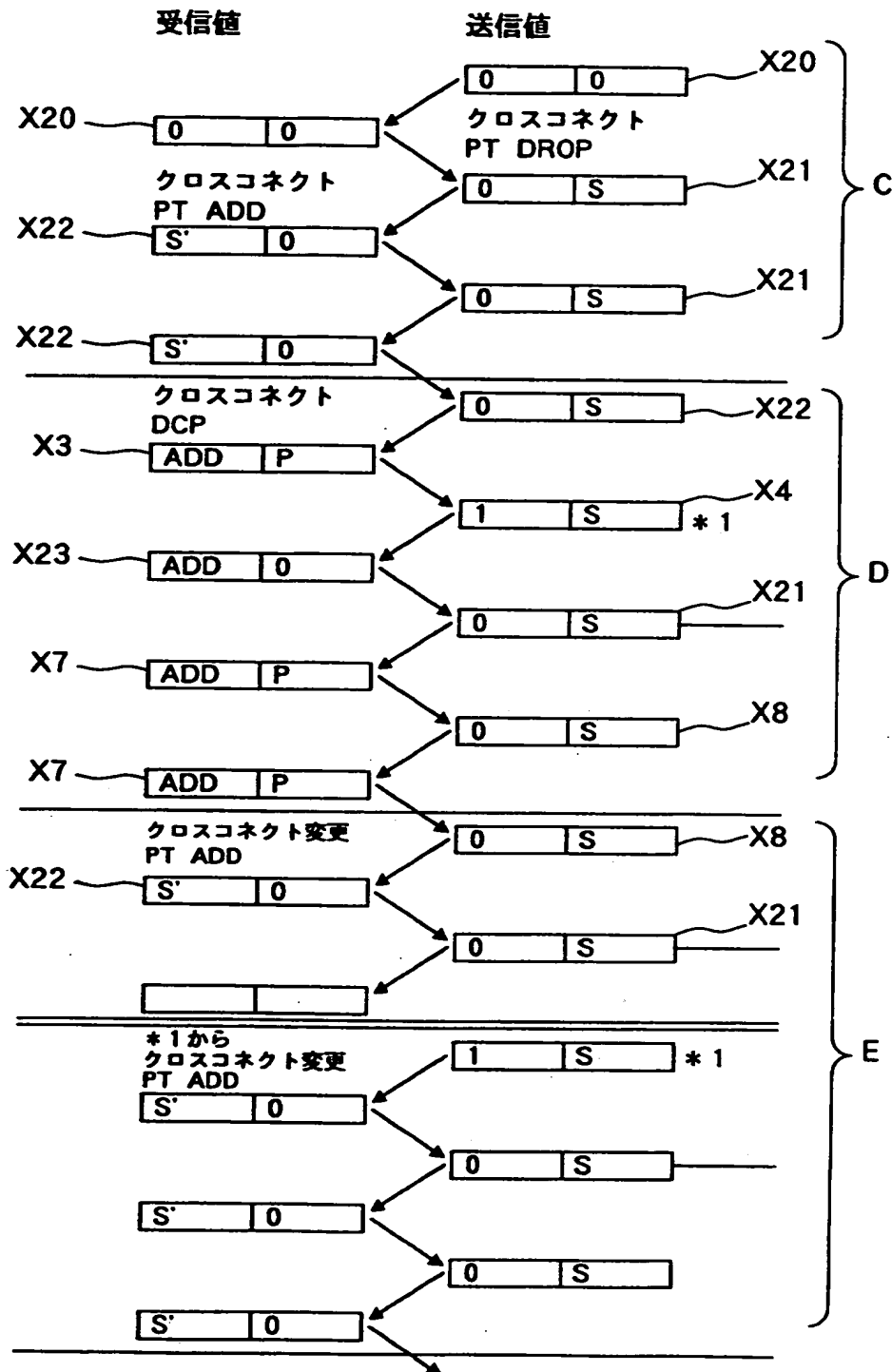
【図 13】



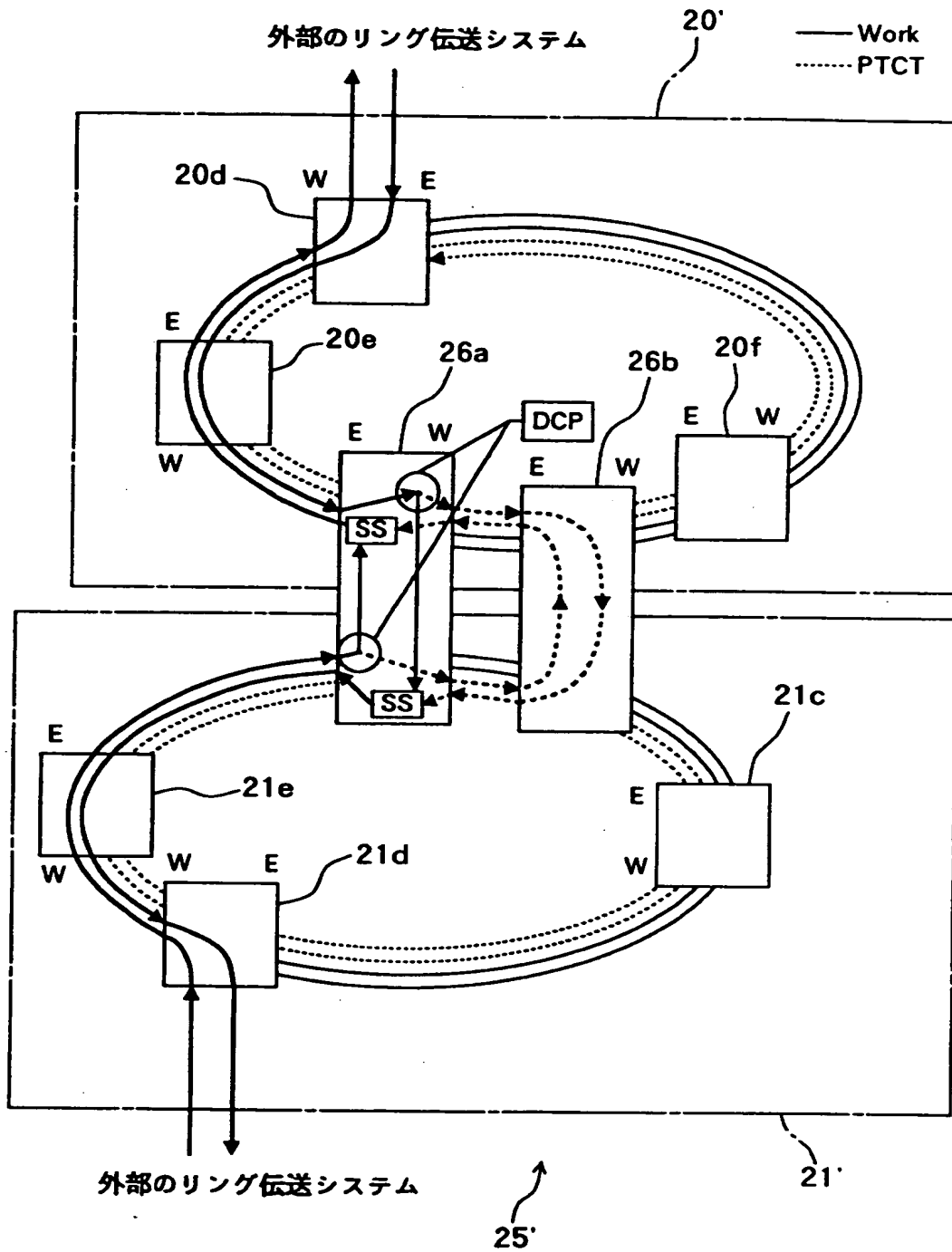
【図 14】



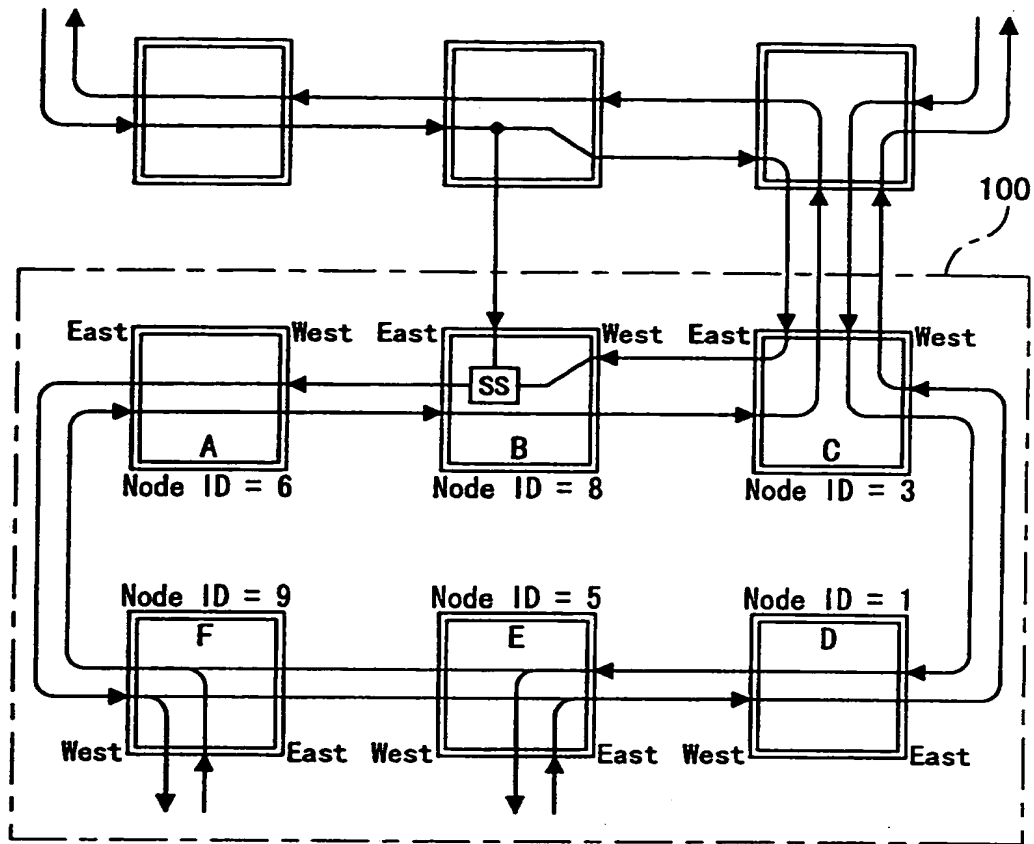
【図 15】



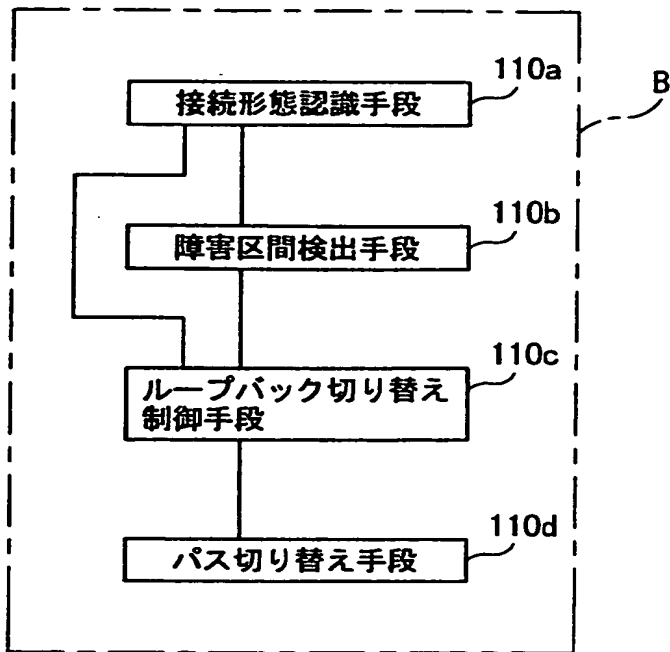
【図16】



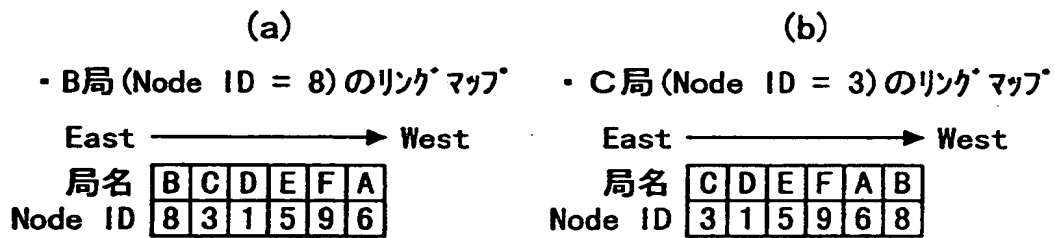
【図 17】



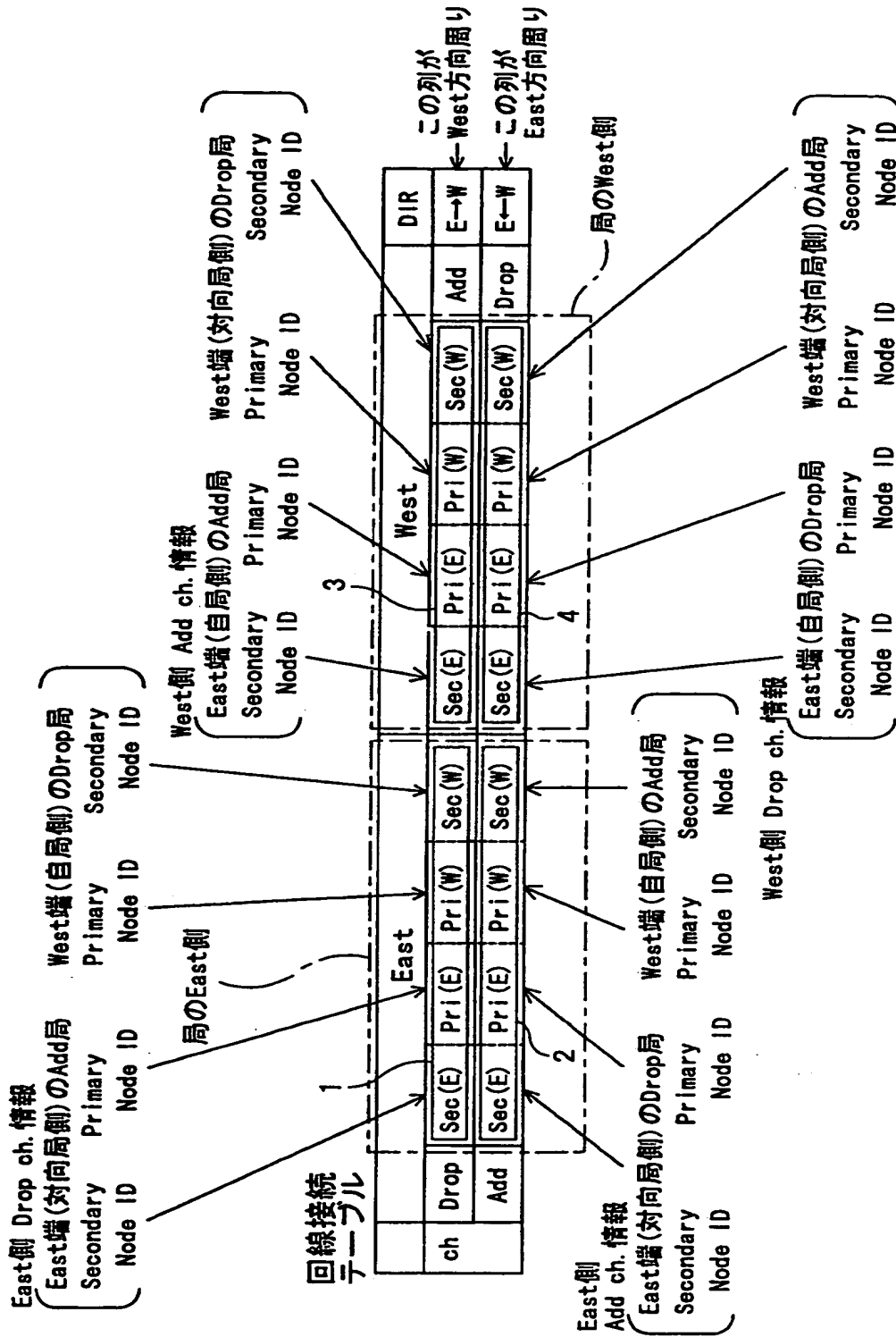
【図 1 8】



【図 1 9】

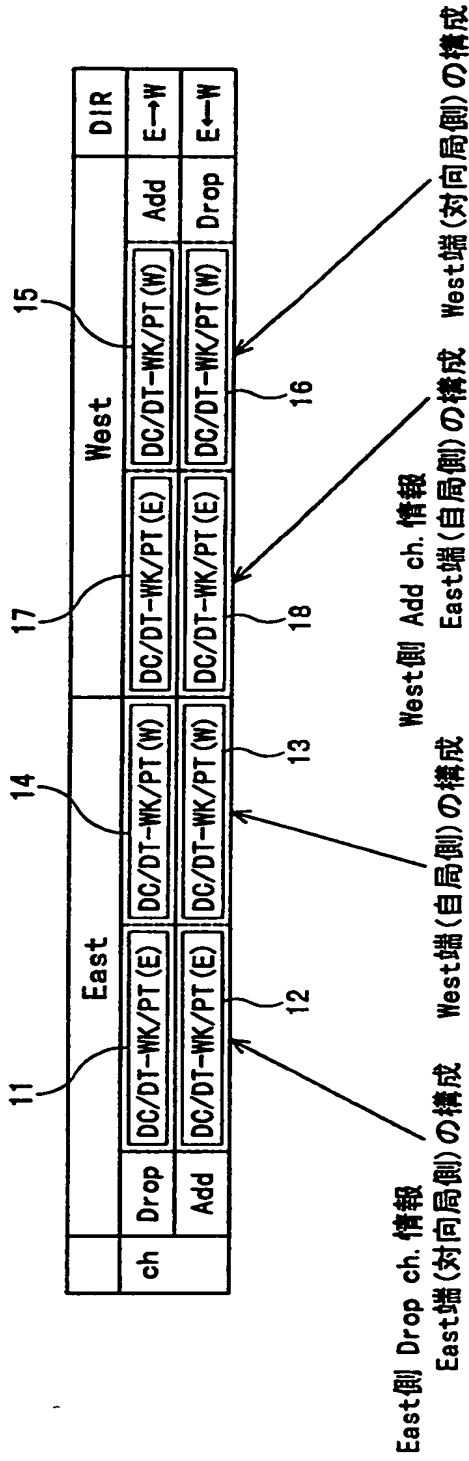


【図 20】



【図 21】

ネットワーク構成情報テーブル (DCP/DTP/DCW/DTW構成)



【図 22】

障害検出パターンとノードの動作 (DCPの場合)

障害検出パターン	プライマリ・ノードの動作	セカンダリ・ノードの動作	対応する基本動作
a プライマリ・ノードを含む現用回線の障害	Dropのみ行なう Service Selector 停止	逆方向のPTCT回線にアクセス	(2-α)
b プライマリ・ノードを含まない現用回線の障害	"	逆方向のPTCT回線にアクセス Drop&Continue 設定 ¹⁾ Service Selector 設定 ¹⁾	(2-γ)
c 片端の予備回線の障害	"	PCA アクセス中止	(1)
d 信号が通っていない (別の)スパンの障害	"	"	(1)
e 両端の予備回線の障害 ²⁾	"	逆方向のPTCT回線にアクセス	例外

注1) セカンダリ・ノードにて、Drop&Continue および Service Selector を動作させるのは
Optional Enhanced Operation (GR-1230, Issue 3, 図3-43)である。

注2) 両端DCPの場合のみのパターンである。
注意) c, d は等価な内容である。

【図 23】

障害検出パターンとノードの動作 (DTPの場合)

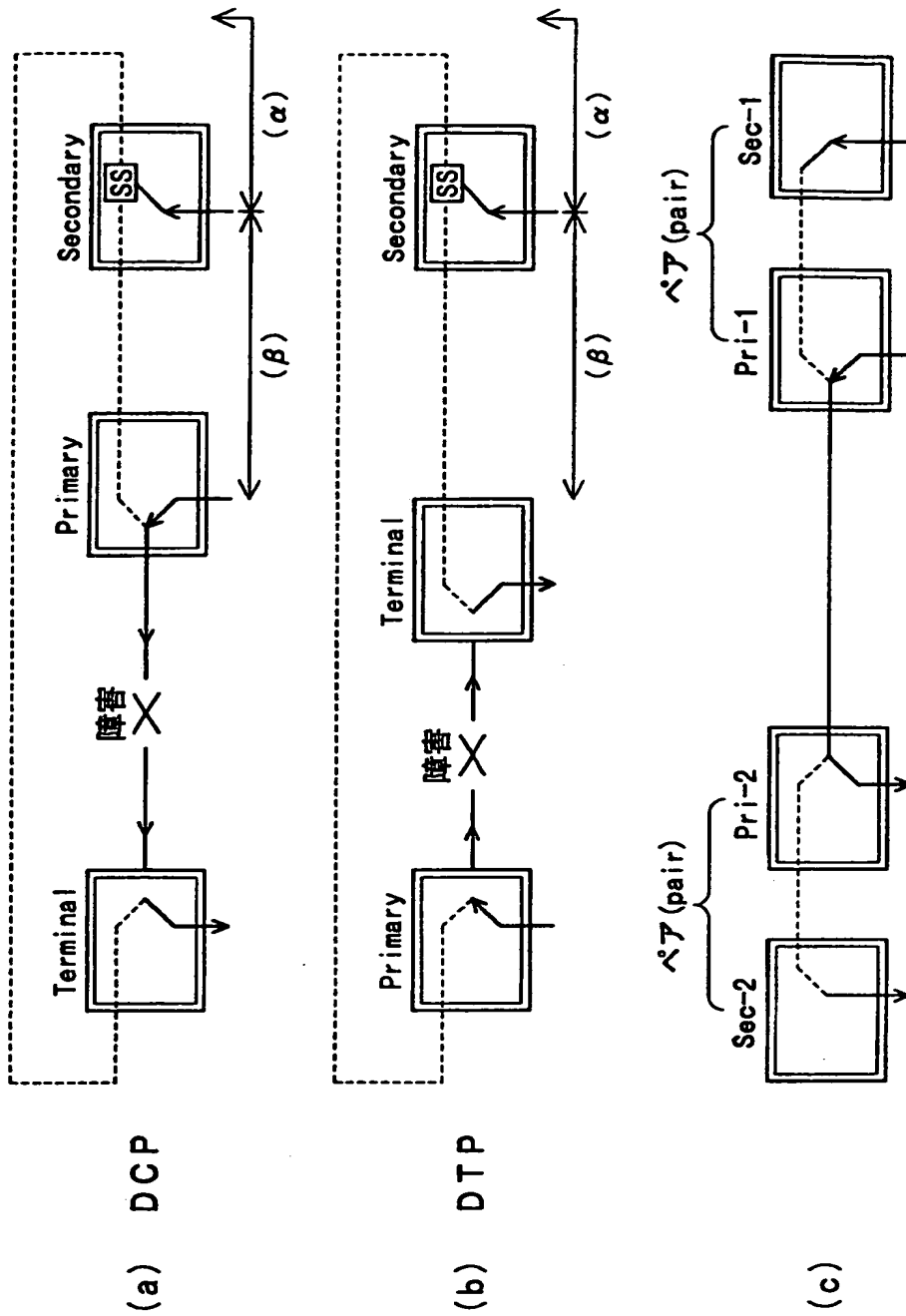
障害検出パターン	ターミナル・ノードの動作	セカンダリ・ノードの動作	対応する基本動作
a プライマリ・ノードを含む現用回線の障害	PTCTへのブリッジ停止 Path Switch 停止	順方向のPTCT回線にアクセス	(2-α)
b プライマリ・ノードを含まない現用回線の障害	"	順方向のPTCT回線にアクセス Drop&Continue 設定 ¹⁾ Service Selector 設定 ¹⁾	(2-γ)
c 予備回線の障害	"	PCA アクセス中止	(1)
d 信号が通っていない (別の) スパンの障害	"	"	(1)

注1) セカンダリ・ノードにて、Drop&Continue および Service Selector を動作させるのは Optional Enhanced Operation (GR-1230, Issue 3, 図3-43)である。

注意) c, d は等価な内容である。

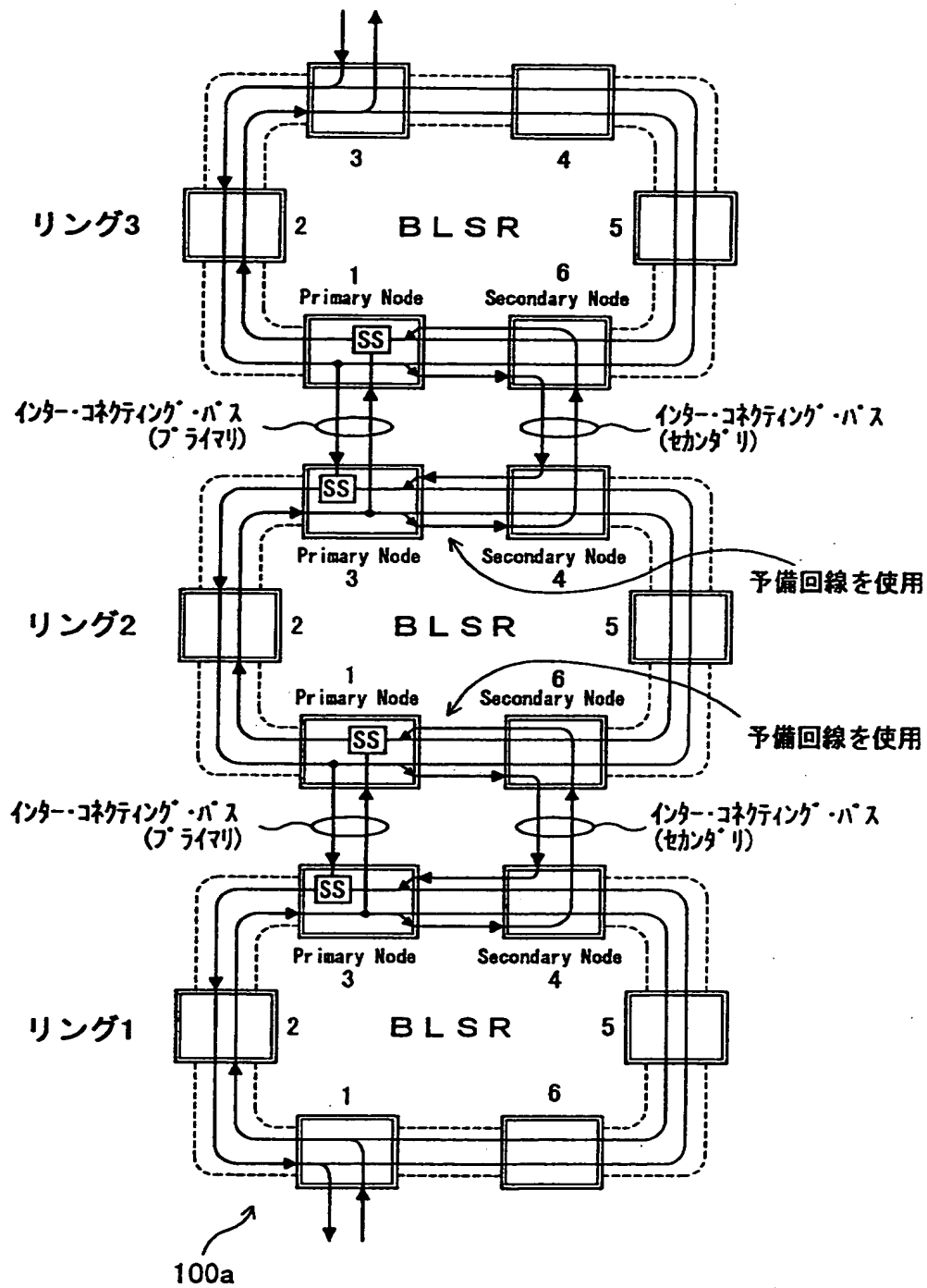
注意) セカンダリ・ノードの動作が、DCPでは逆方向のPTCT回線へのアクセスであるが、DTPでは順方向(もともアクセスしていた方向)へのアクセスである。

【図 24】

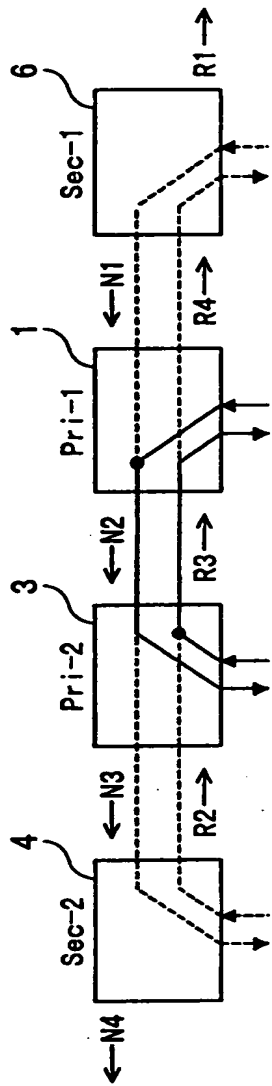


【図 25】

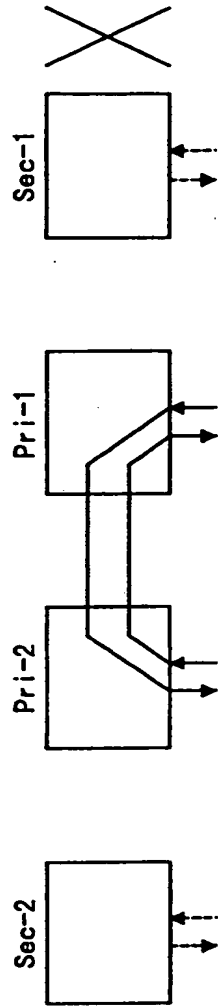
DCP-DCP (両端 DCP) 構成



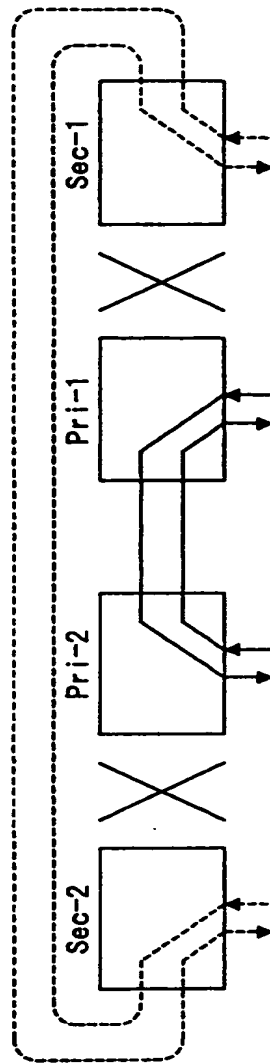
【図 26】



(a) 通常動作

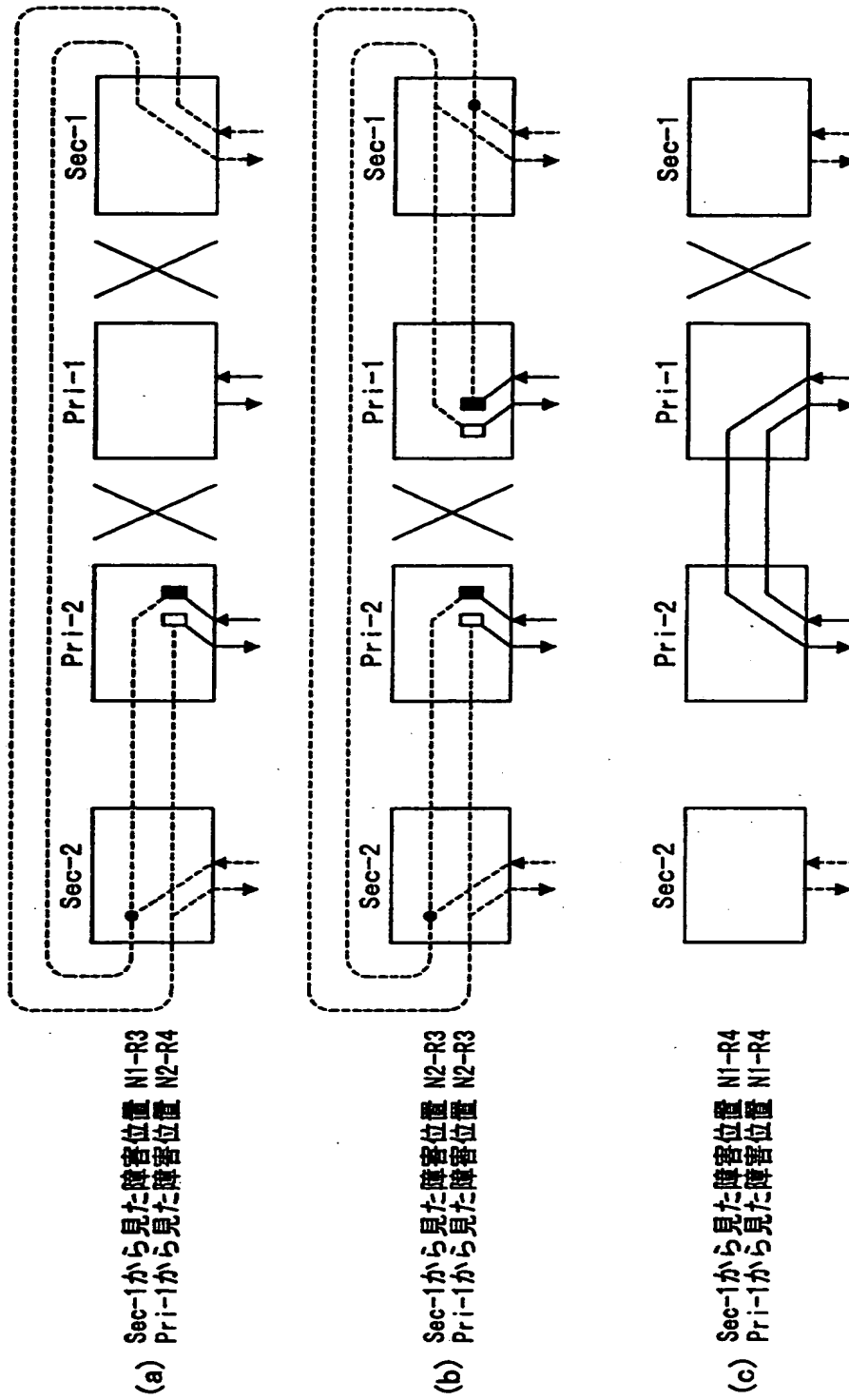


(b) Sec-1から見た障害位置 N4-R1
Pri-1から見た障害位置 N4-R1



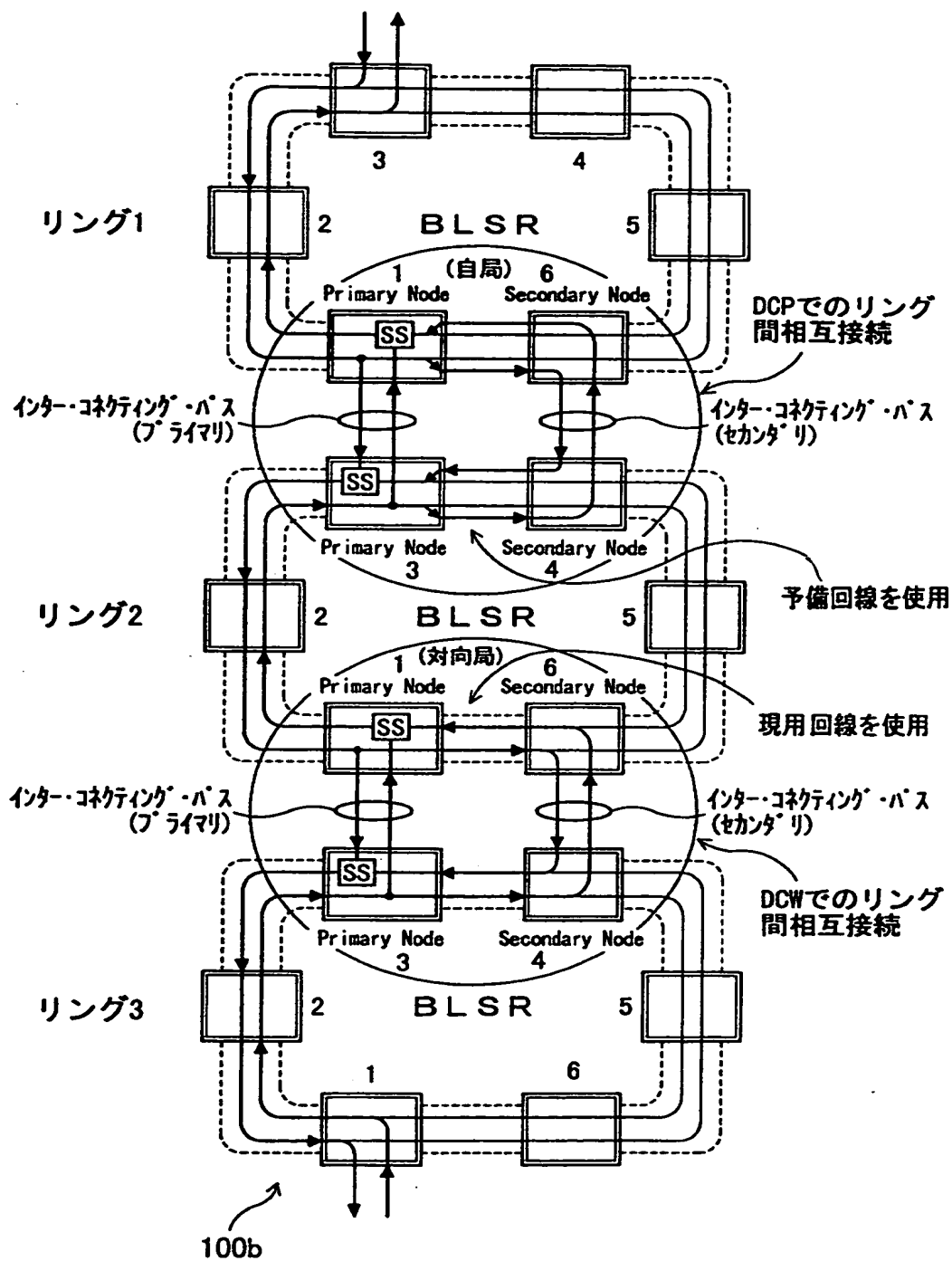
(c) Sec-1から見た障害位置 N1-R2
Pri-1から見た障害位置 N3-R4

【図 27】



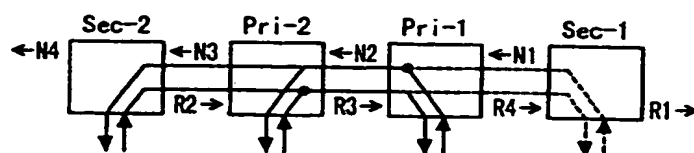
【図28】

DCP-DCW構成

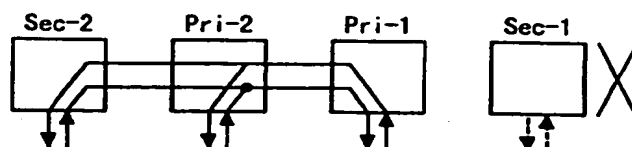


【図 2 9】

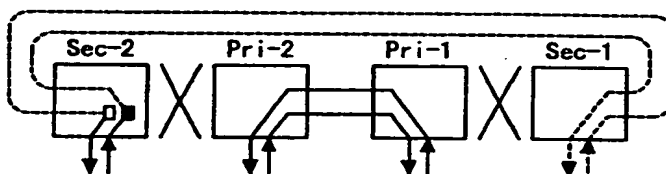
(a) 通常動作



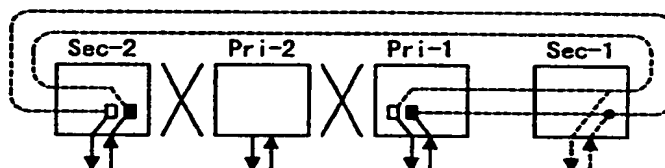
(b) Sec-1から見た障害位置 N4-R1
Pri-1から見た障害位置 N4-R1



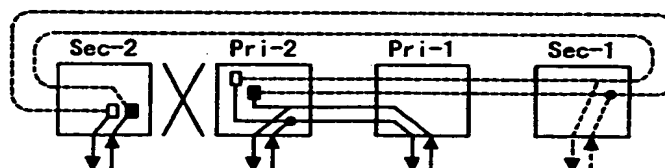
(c) Sec-1から見た障害位置 N1-R2
Pri-1から見た障害位置 N3-R4



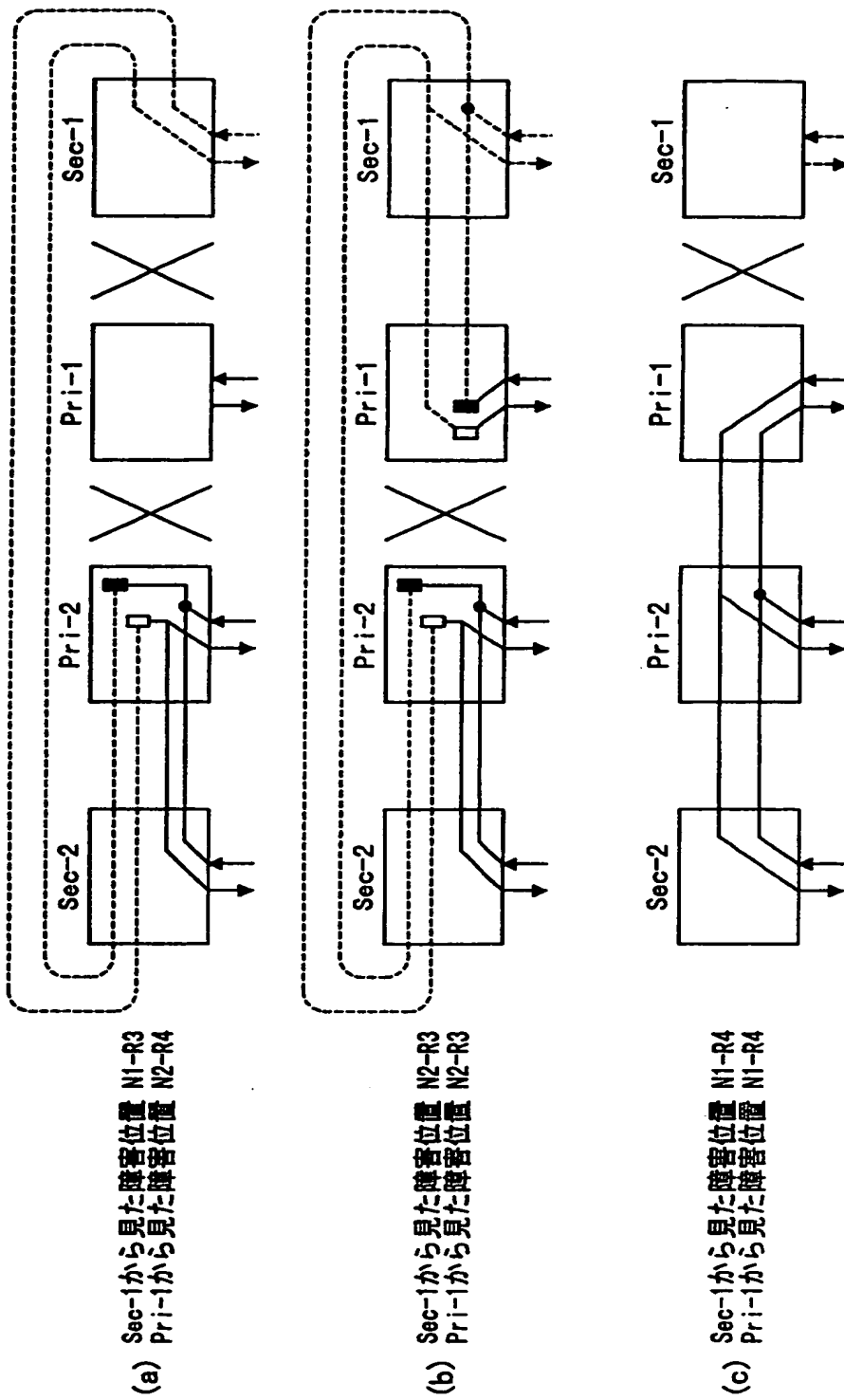
(d) Sec-1から見た障害位置 N2-R2
Pri-1から見た障害位置 N2-R2



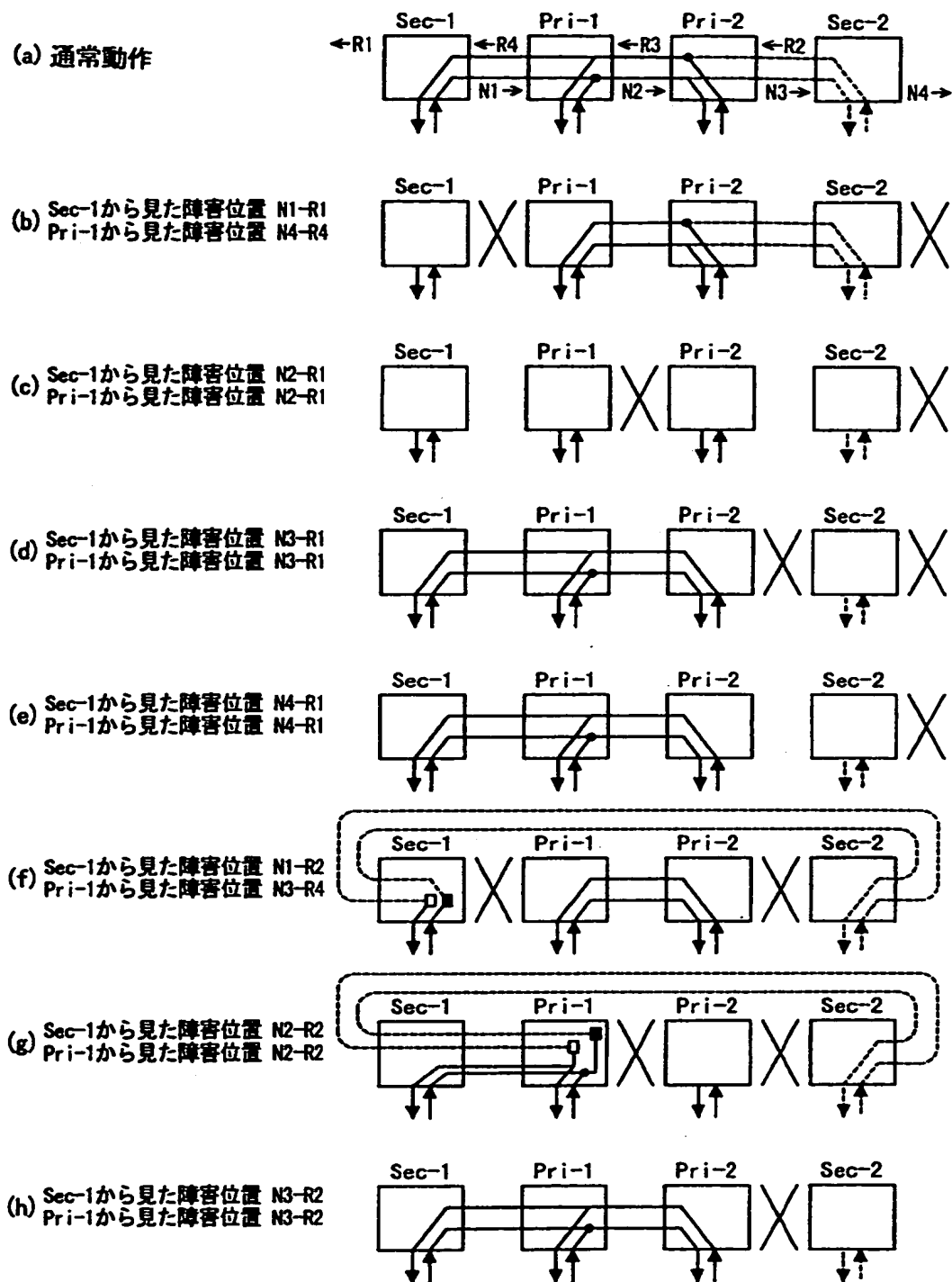
(e) Sec-1から見た障害位置 N3-R2
Pri-1から見た障害位置 N3-R2



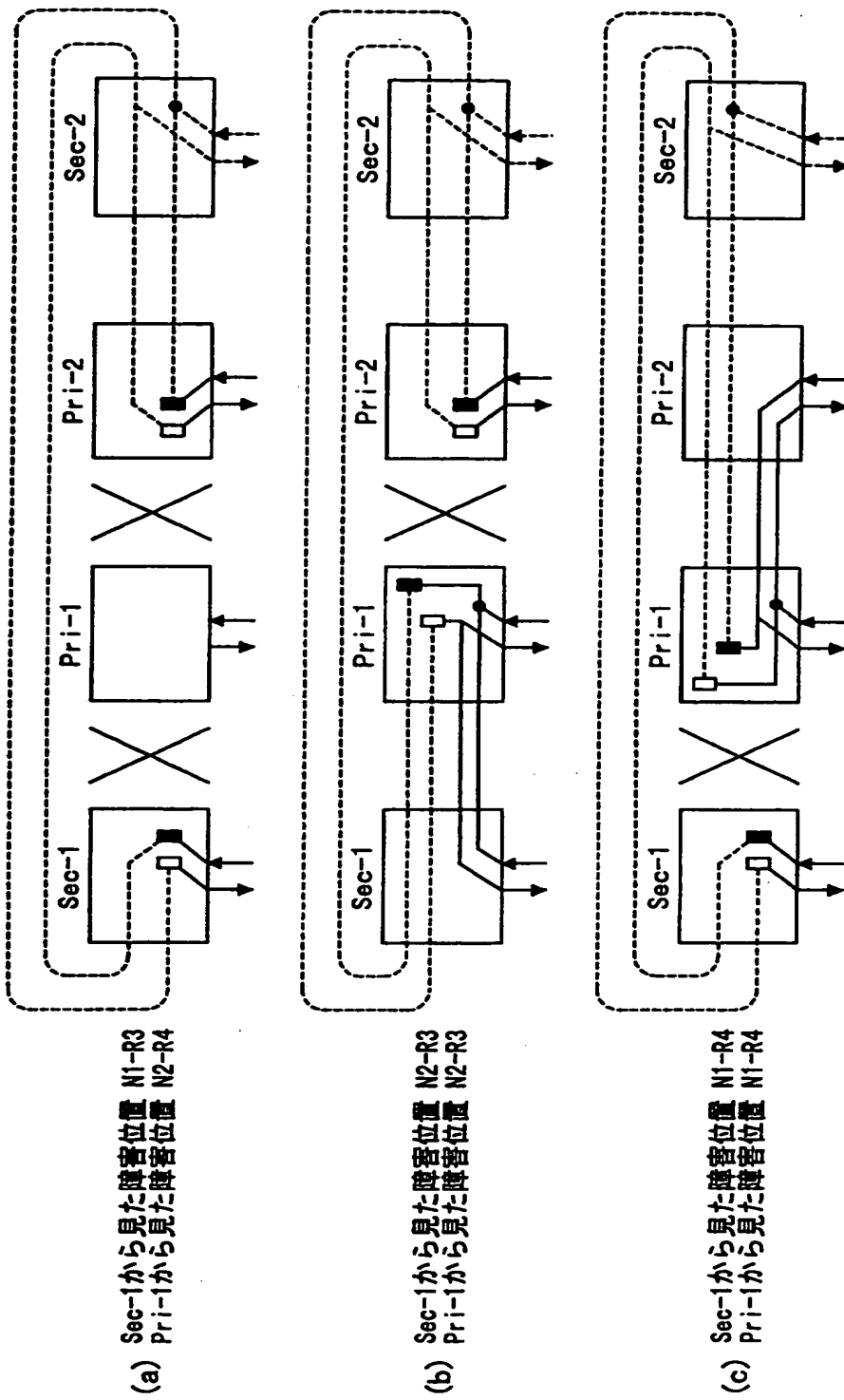
【図 30】



【図 3 1】

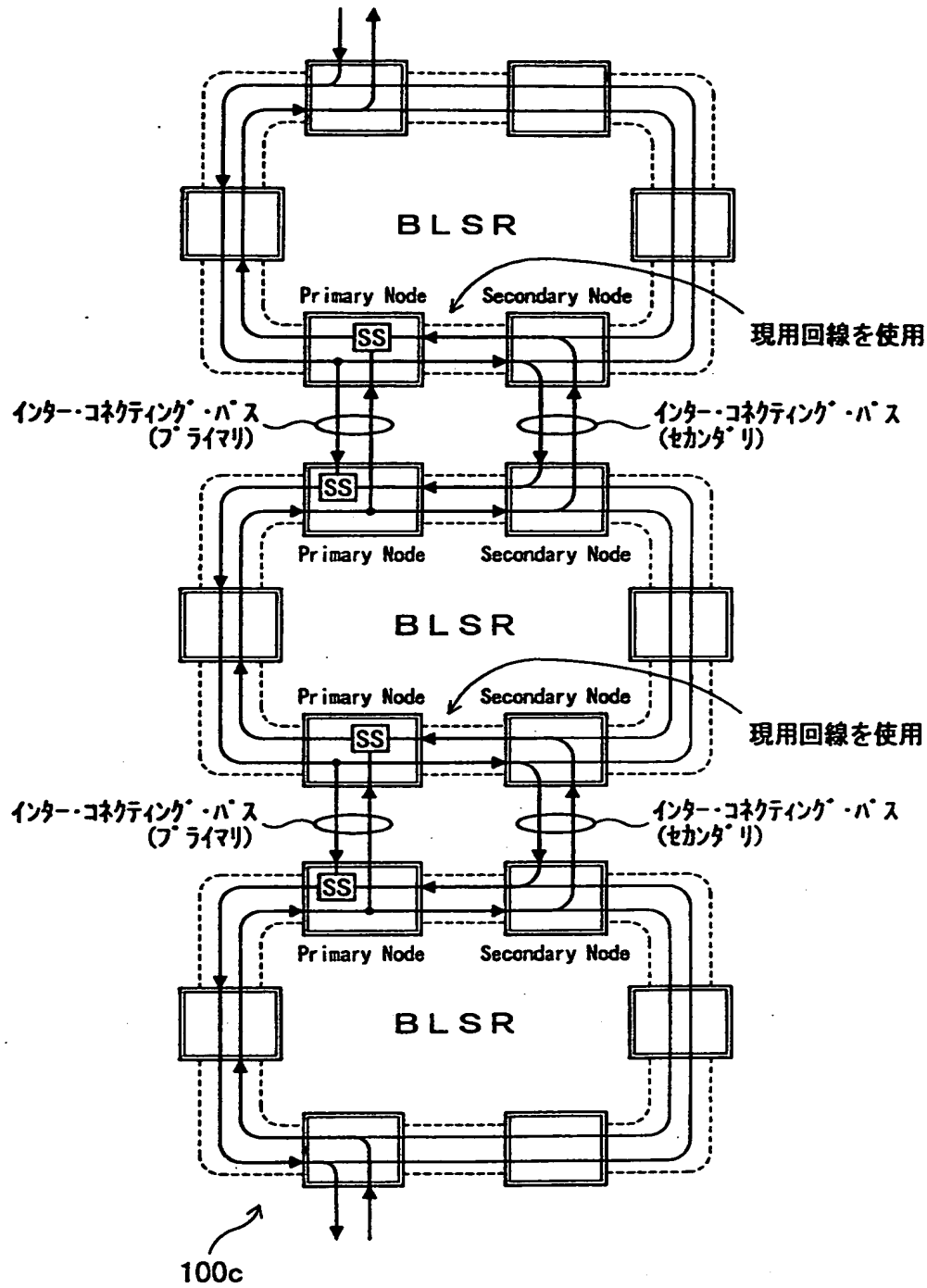


【図 3 2】

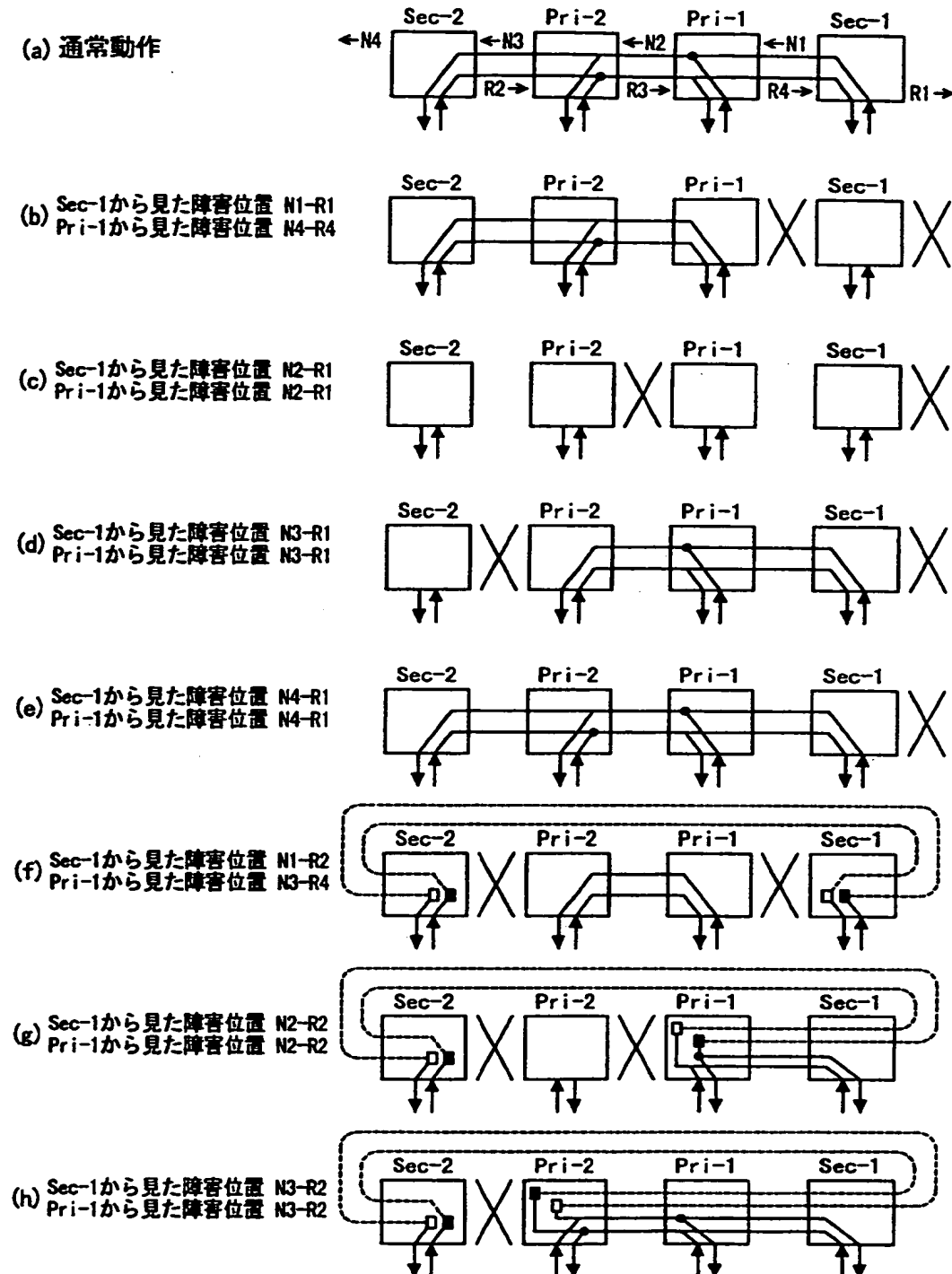


【図 33】

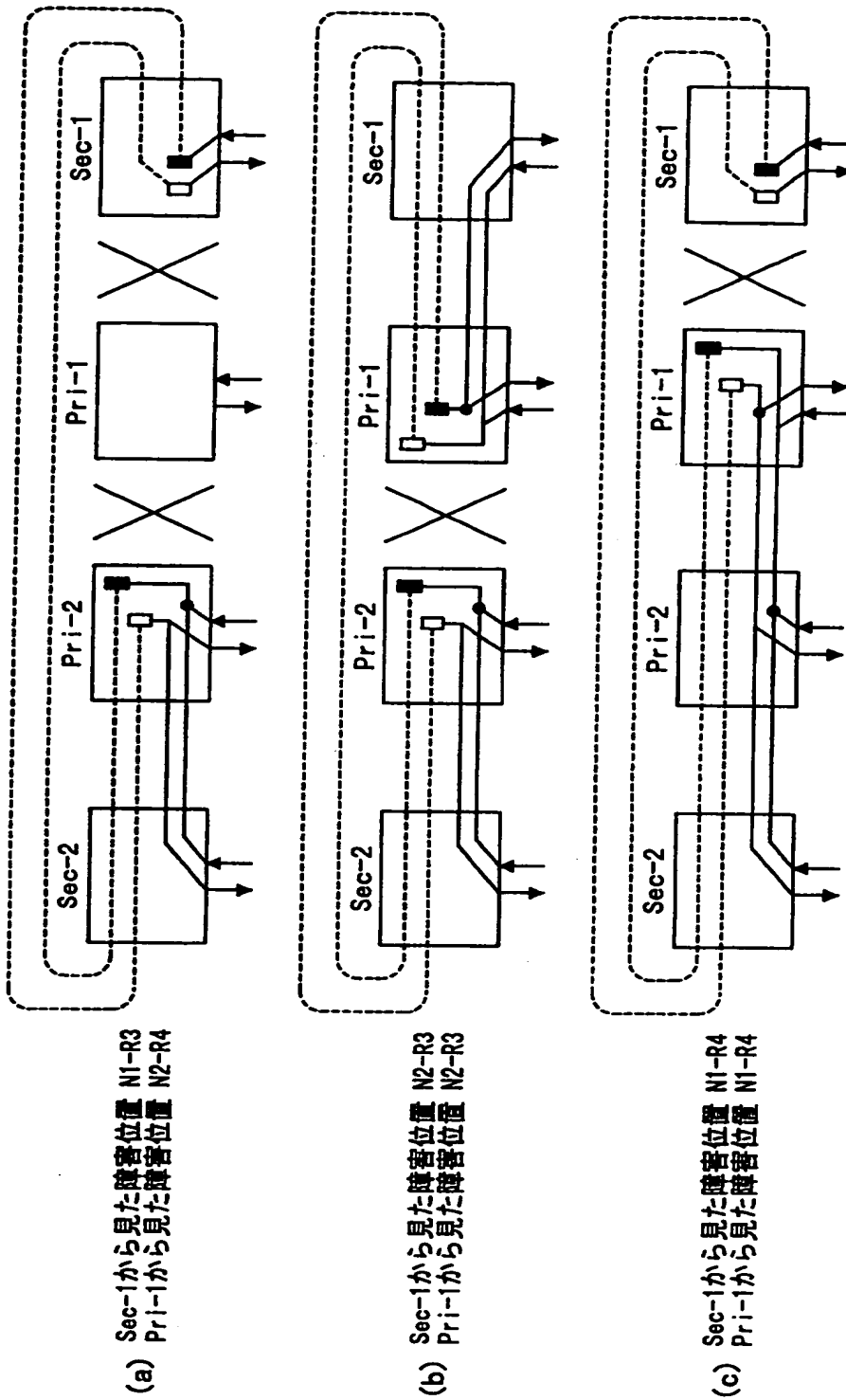
両端DCW構成



【図 3 4】

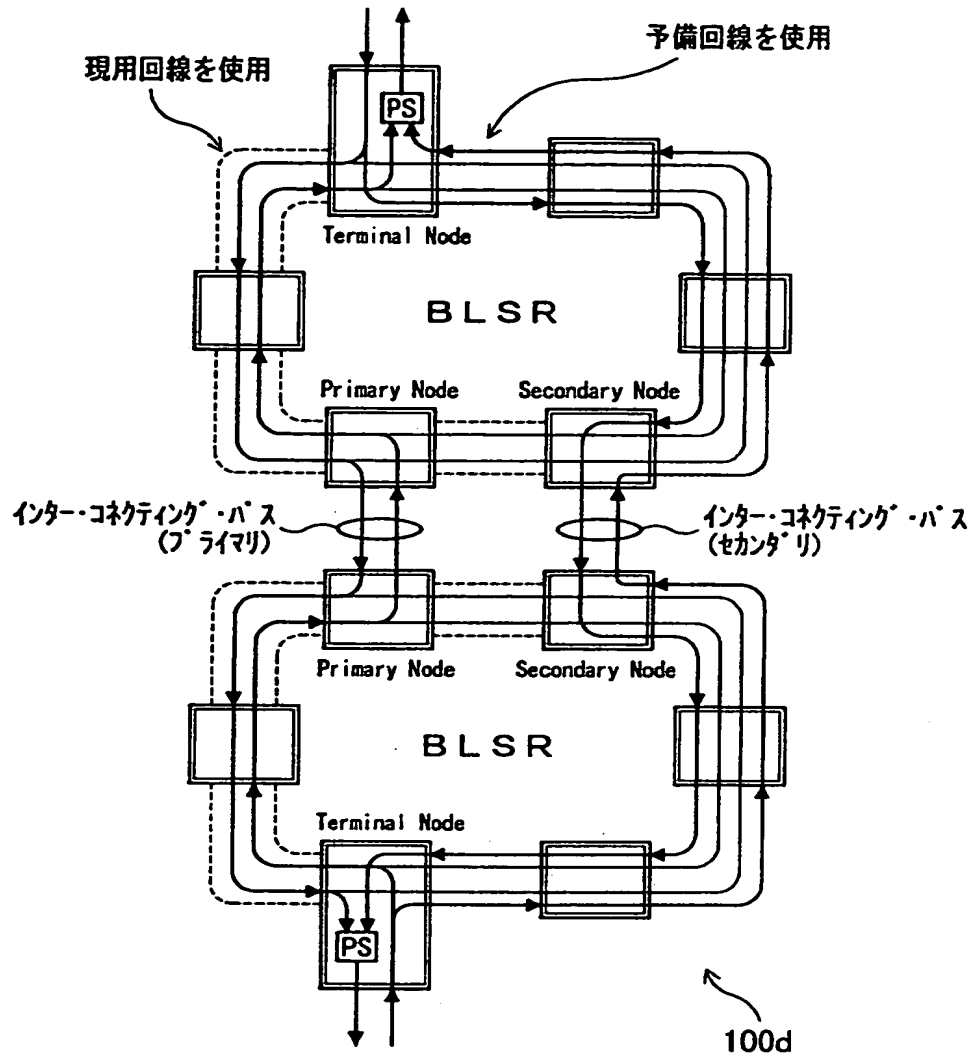


【図 35】



【図 3 6】

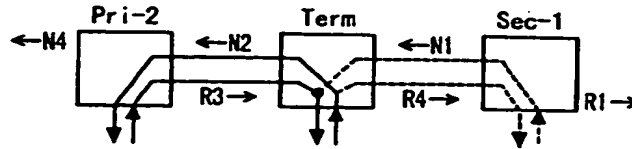
D T P 構成



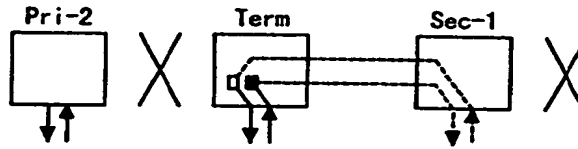
【図 3 7】

DTP (Normal BLSR) の障害動作パターン

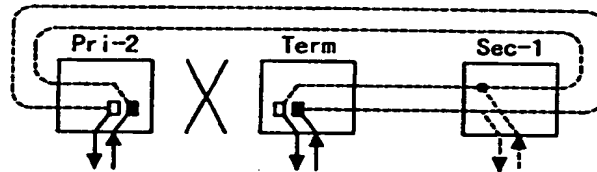
(a) 通常動作



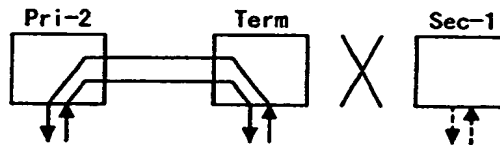
(b) Sec-1から見た障害位置 N2-R1
Term から見た障害位置 N2-R1



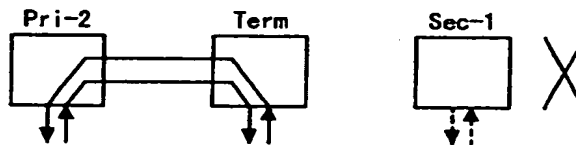
(c) Sec-1から見た障害位置 N2-R3
Term から見た障害位置 N2-R3



(d) Sec-1から見た障害位置 N1-R4
Term から見た障害位置 N1-R4

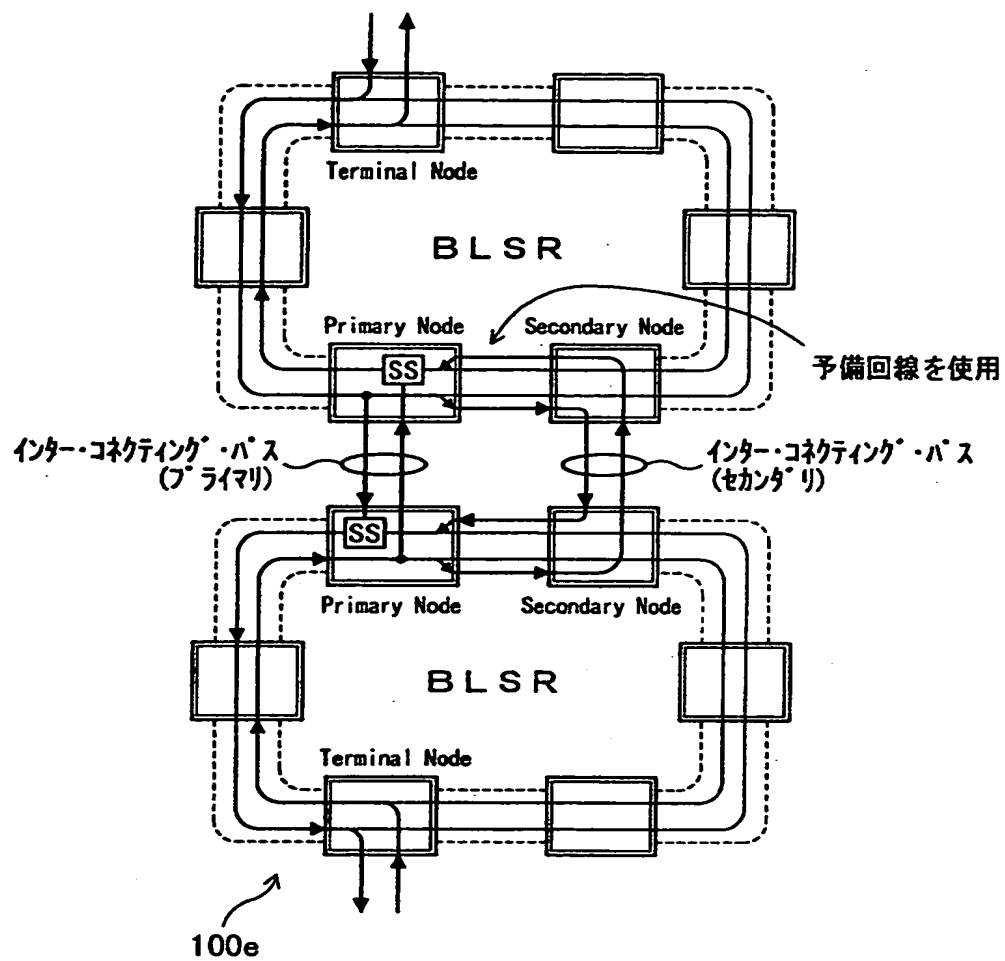


(e) Sec-1から見た障害位置 N4-R1
Term から見た障害位置 N4-R1



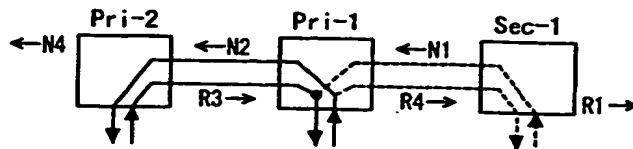
【図 38】

片端DCP構成

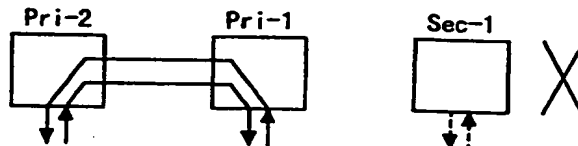


【図 3 9】

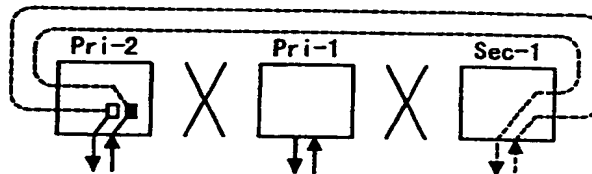
(a) 通常動作



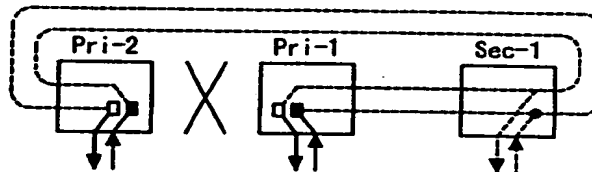
(b) Sec-1から見た障害位置 N4-R1
Pri-1から見た障害位置 N4-R1



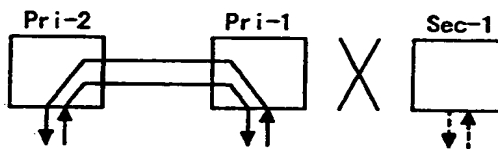
(c) Sec-1から見た障害位置 N1-R3
Pri-1から見た障害位置 N2-R4



(d) Sec-1から見た障害位置 N2-R3
Pri-1から見た障害位置 N2-R3



(e) Sec-1から見た障害位置 N1-R4
Pri-1から見た障害位置 N1-R4



【図 40】

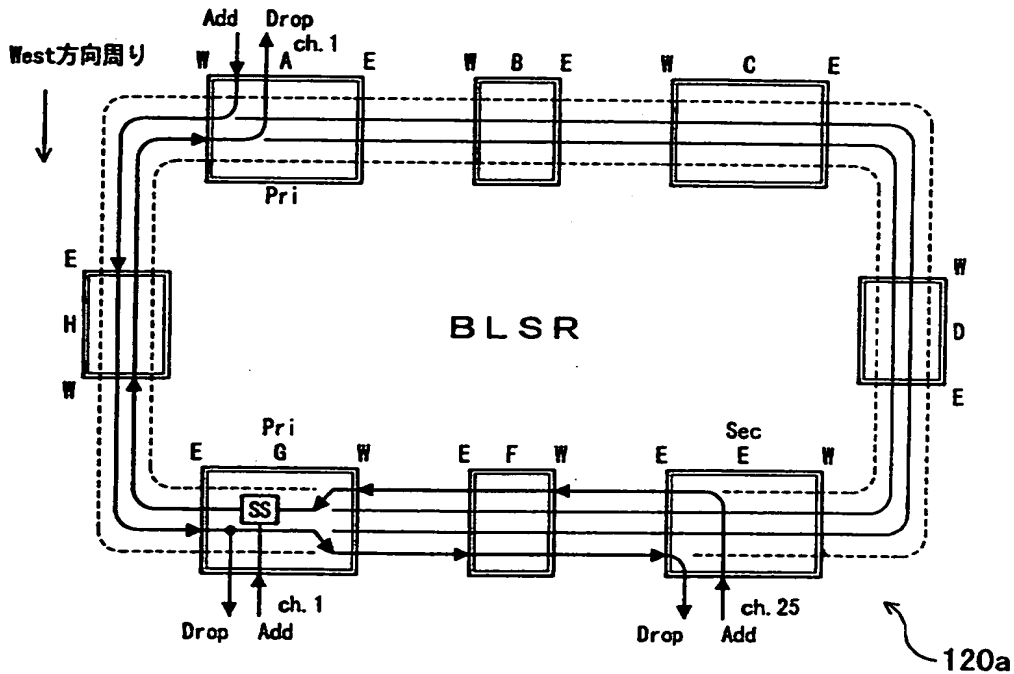
片端DCP構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK:DC-PT	Add	
Add			DC-WK:DC-PT	Drop	

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					A	A	G	E	Add
Add					A	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK:DC-PT				Add
Add	DC-WK:DC-PT				Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	A	A	G	E					Add
Add	A	A	G	E					Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK:DC-PT				Add
Add	DC-WK:DC-PT				Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	A	A	G	E					Add
Add	A	A	G	E					Drop

【図 4 1】

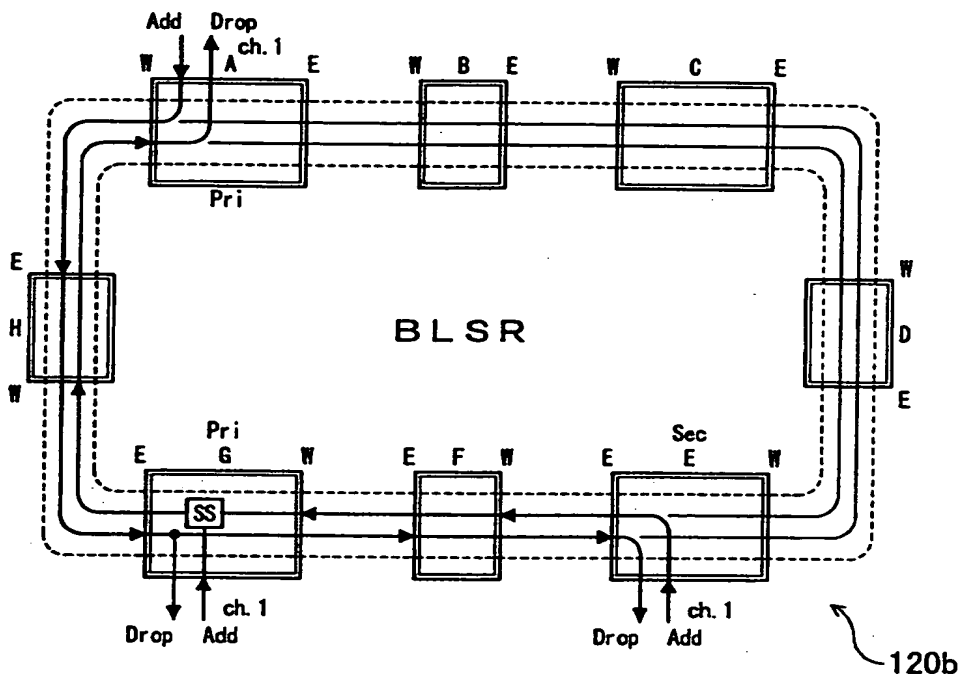
片端DCW構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK	DC-WK	Add
Add			DC-WK	DC-WK	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					A	A	G	E	Add
Add					A	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-WK			Add
Add	DC-WK	DC-WK			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	A	A	G	E					Add
Add	A	A	G	E					Drop

ネットワーク構成[E] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-WK			Add
Add	DC-WK	DC-WK			Drop

回線接続テーブル[E] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	A	A	G	E					Add
Add	A	A	G	E					Drop

【図 4 2】

DCP-DCP構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 25

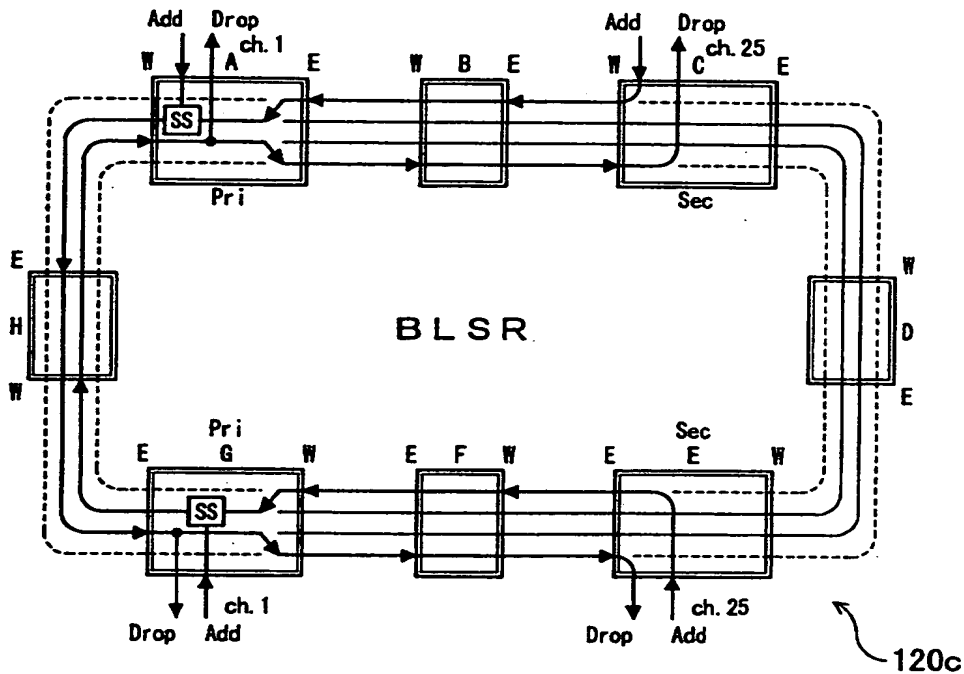
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

【図 4 3】

D C P-D C W構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK	DC-PT	Add
Add			DC-WK	DC-PT	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 1

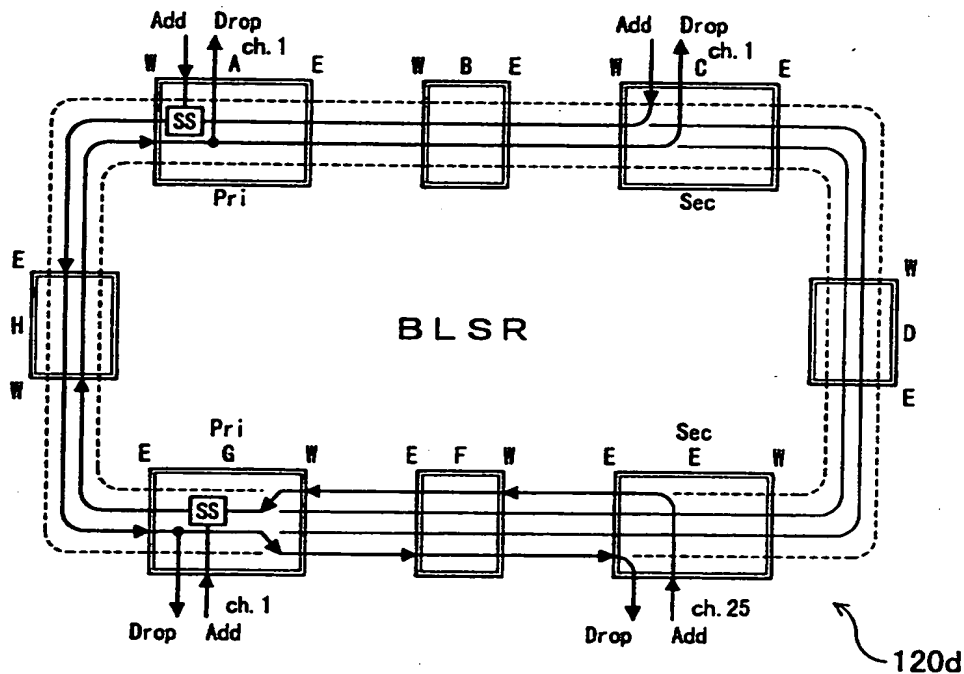
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK	DC-PT	Add
Add			DC-WK	DC-PT	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-PT			Add
Add	DC-WK	DC-PT			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-PT			Add
Add	DC-WK	DC-PT			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

【図 4 4】

DCW-DCW構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK	DC-WK	Add
Add			DC-WK	DC-WK	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 1

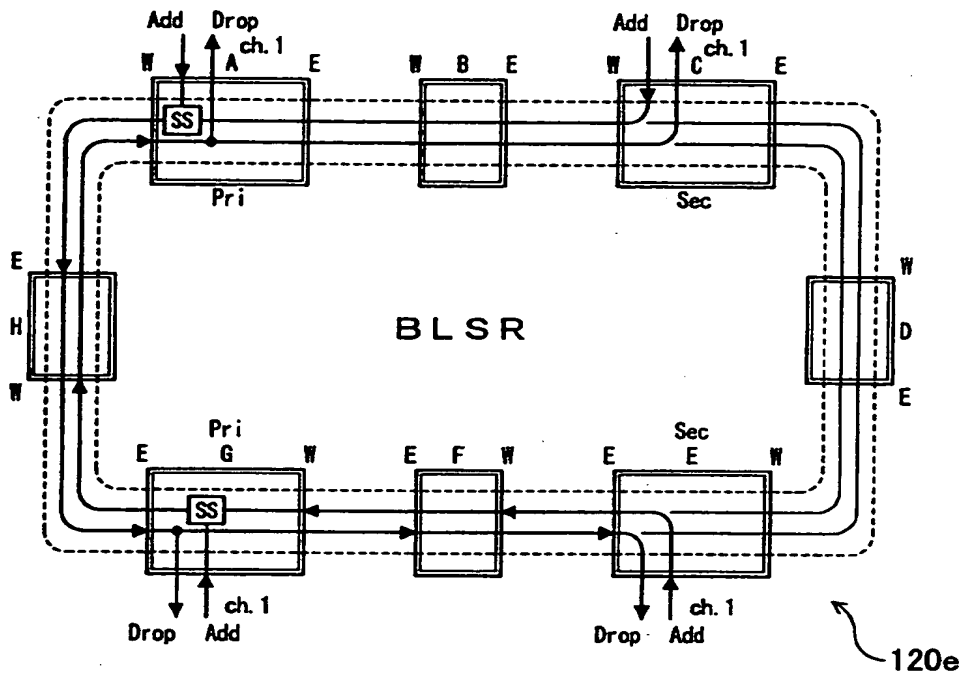
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-WK	DC-WK	Add
Add			DC-WK	DC-WK	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-WK			Add
Add	DC-WK	DC-WK			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-WK	DC-WK			Add
Add	DC-WK	DC-WK			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

回線接続テーブル[E] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

【図 4 5】

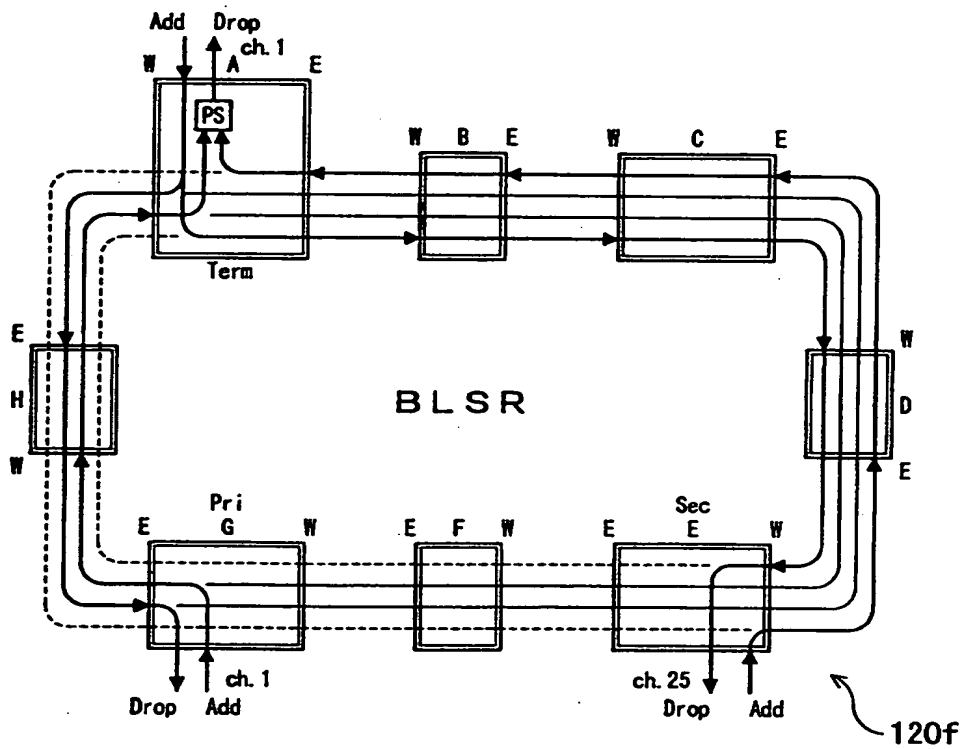
DTP構成

ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DT-PT	DT-WK	Add
Add			DT-PT	DT-WK	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					E	A	G	G	Add
Add					E	A	G	G	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DT-PT	DT-WK			Add
Add	DT-PT	DT-WK			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	E	A	G	G					Add
Add	E	A	G	G					Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DT-PT	DT-WK	Add
Add			DT-PT	DT-WK	Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					E	A	G	G	Add
Add					E	A	G	G	Drop

【図 4 6】

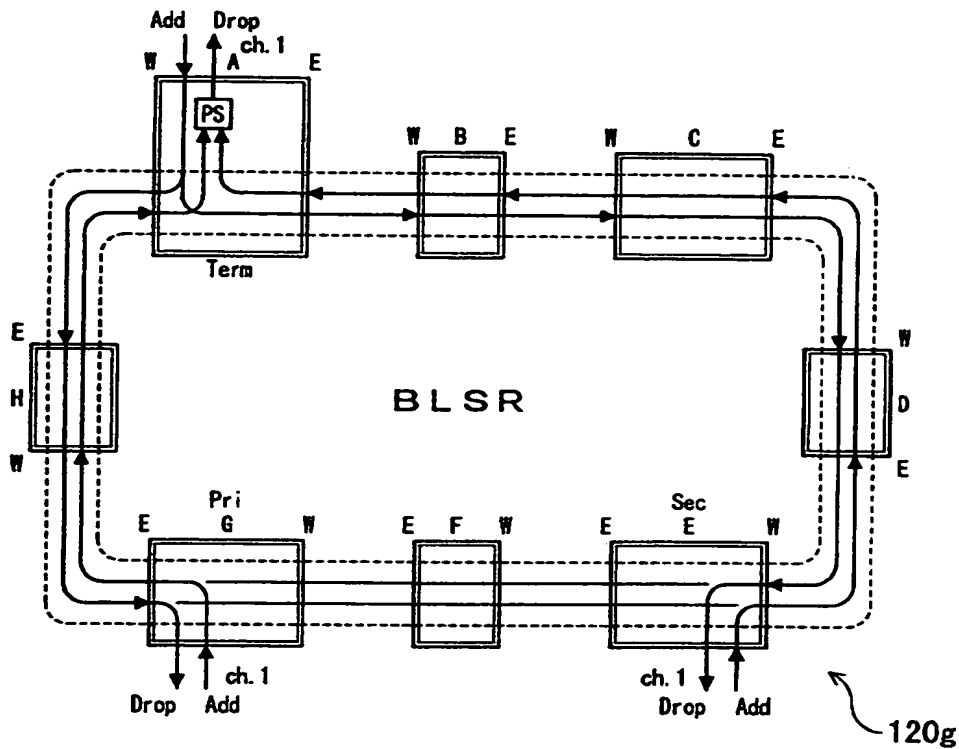
DTW構成

ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DT-WK	DT-WK	Add
Add			DT-WK	DT-WK	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					E	A	G	G	Add
Add					E	A	G	G	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DT-WK	DT-WK			Add
Add	DT-WK	DT-WK			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	E	A	G	G					Add
Add	E	A	G	G					Drop

ネットワーク構成[E] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DT-WK	DT-WK	Add
Add			DT-WK	DT-WK	Drop

回線接続テーブル[E] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					E	A	G	G	Add
Add					E	A	G	G	Drop

【図 4 7】

DCP-DCP構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 25

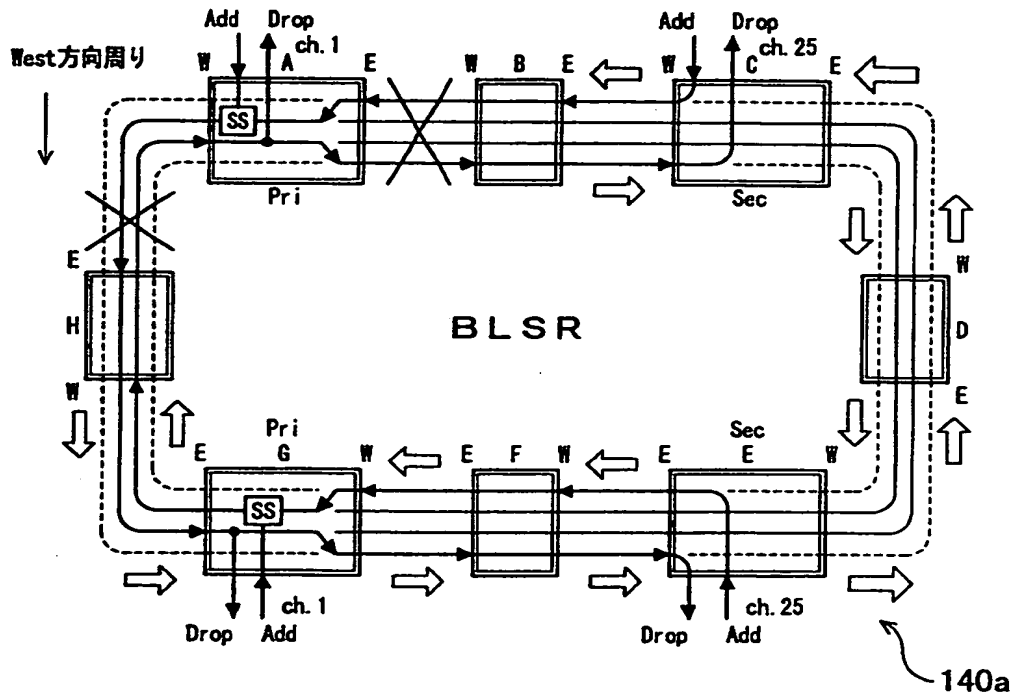
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

【図 4 8】

DCP-DCP構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 25

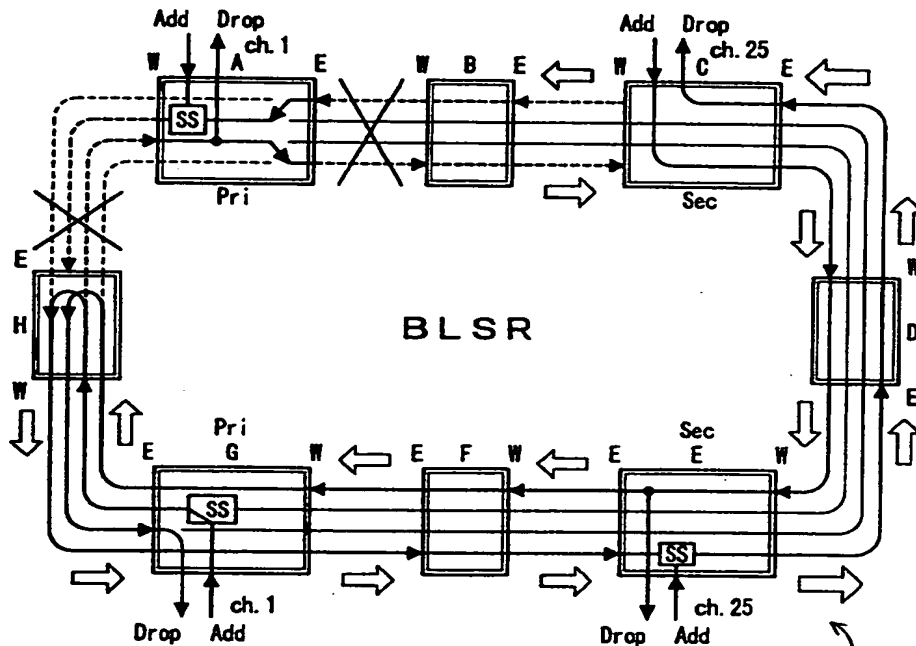
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

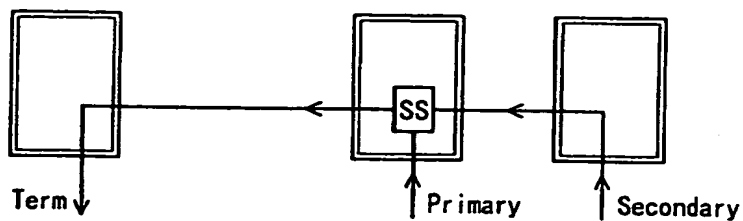
回線接続テーブル[E] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

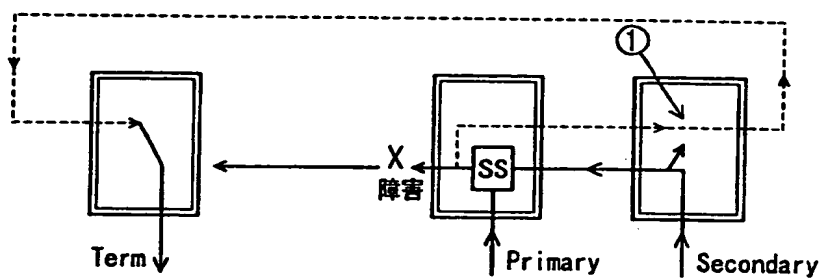
通常のループバック : normal-BLSR

【図 4 9】

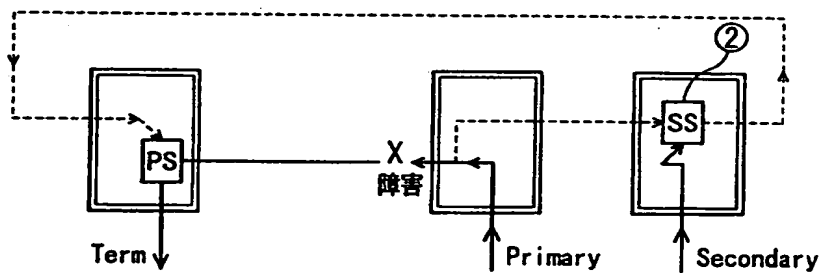
(a) 正常状態



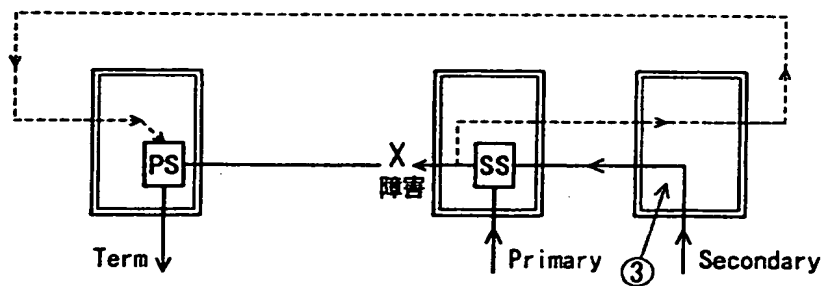
(b) 障害発生時



(c)

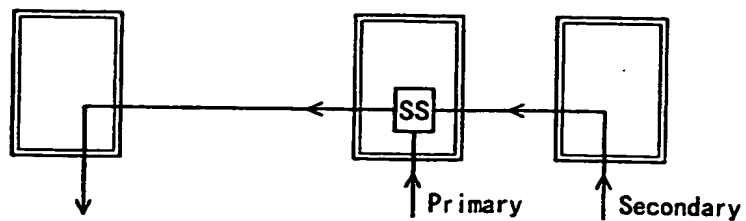


(d)

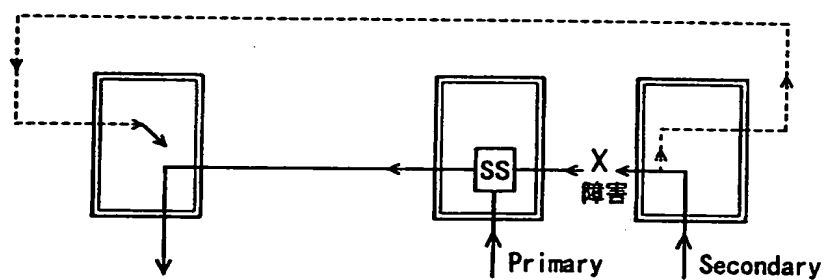


【図50】

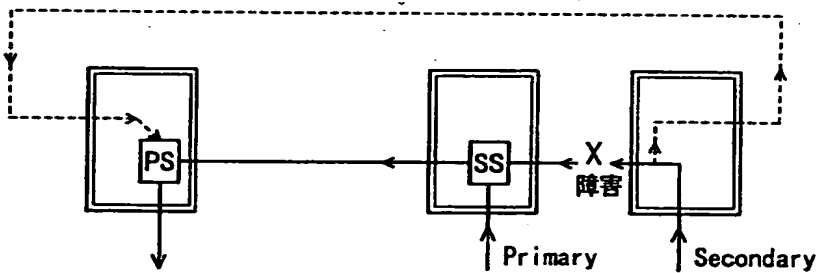
(a) 正常状態



(b) 障害発生時



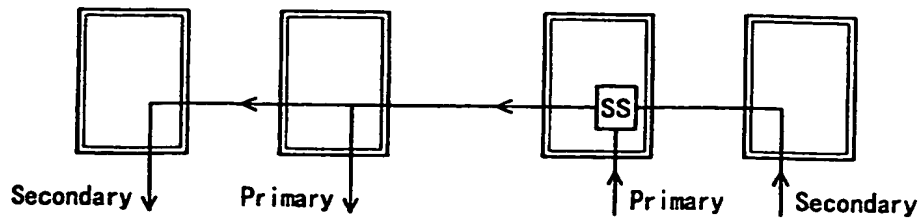
(c) 救済策



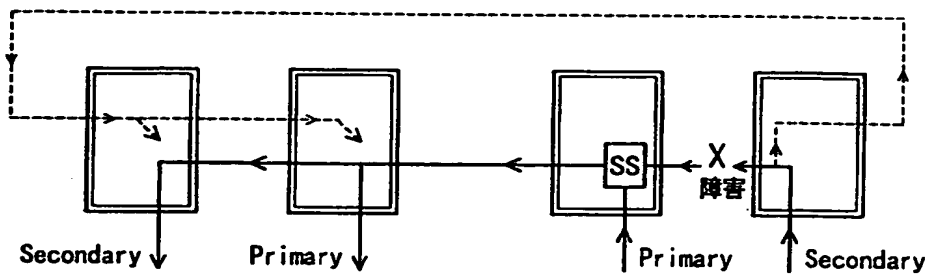
ここにパススイッチ
機能が必要である。
(DTPのターミナルのような動き)

【図 5 1】

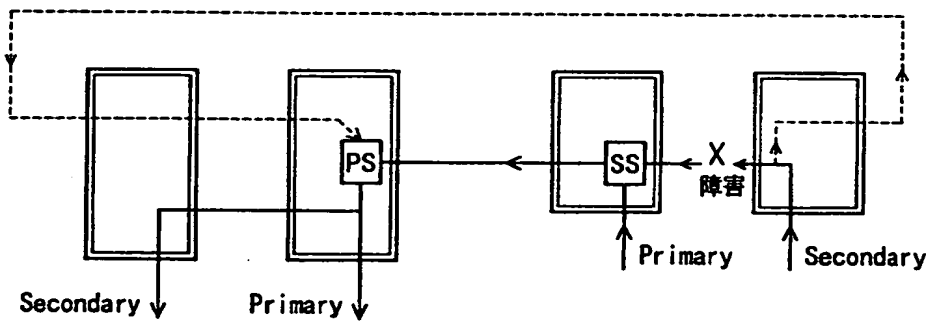
(a) 正常状態



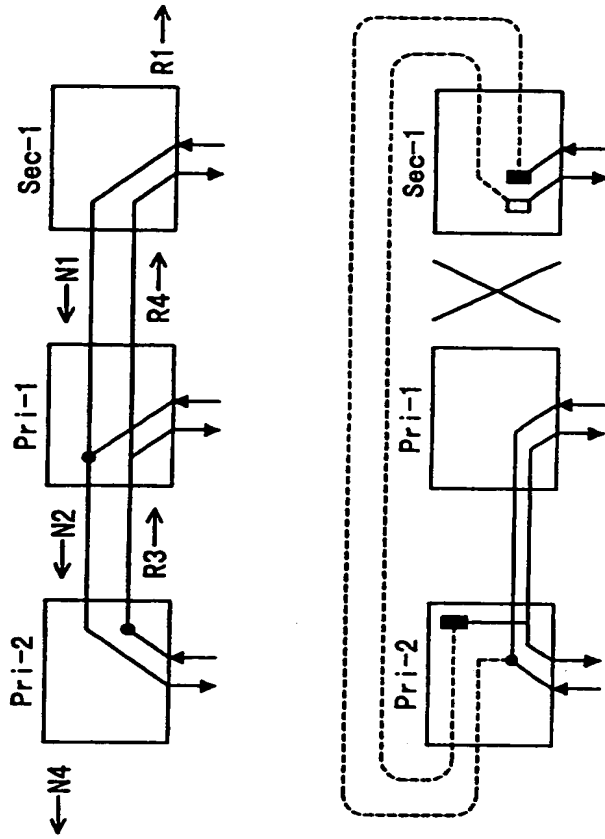
(b) 障害発生時



(c) 救済策



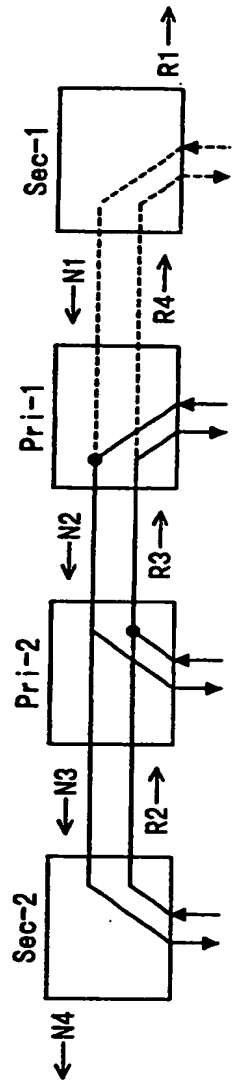
【図 5 2】



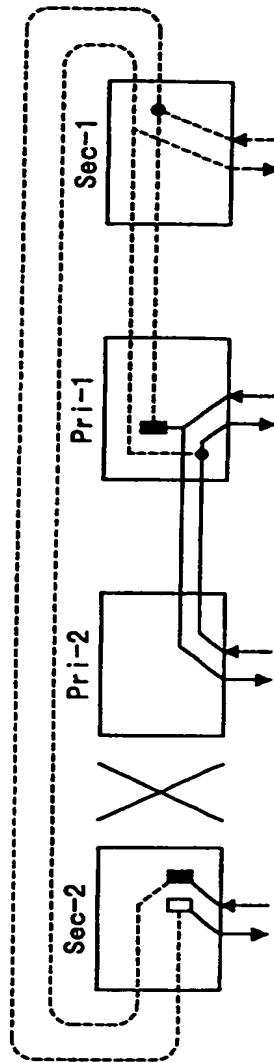
(a) 通常動作

(b) Sec-1から見た障害位置 N1-R4
Pri-1から見た障害位置 N1-R4

【図 53】

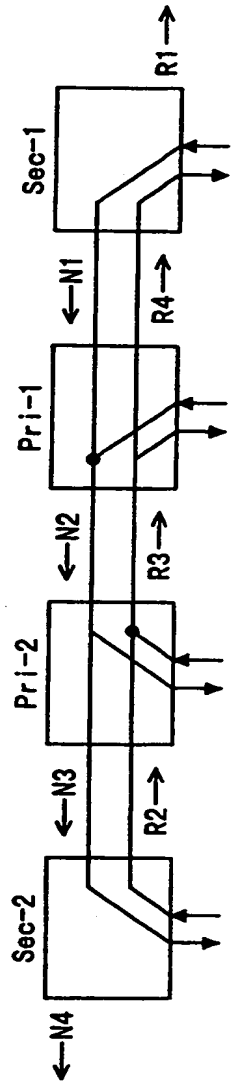


(a) 通常動作

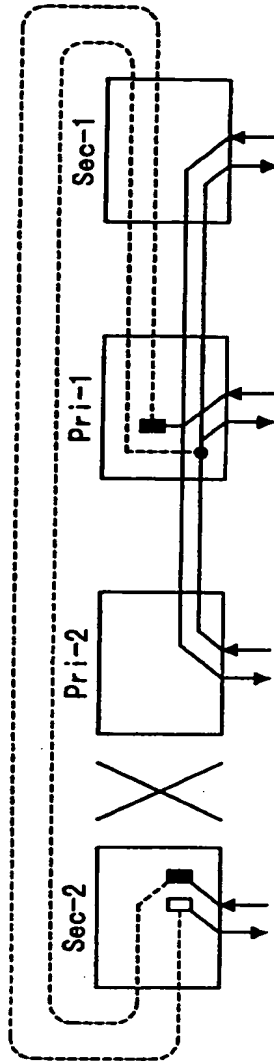


(b) Sec-1から見た障害位置 N3-R2
Pri-1から見た障害位置 N3-R2

【図 5 4】



(a) 通常動作



(b) Sec-1から見た障害位置 N3-R2
Pri-1から見た障害位置 N3-R2

【図 5 5】

DCP-DCP構成

ネットワーク構成[A] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

ネットワーク構成[C] ch. 25

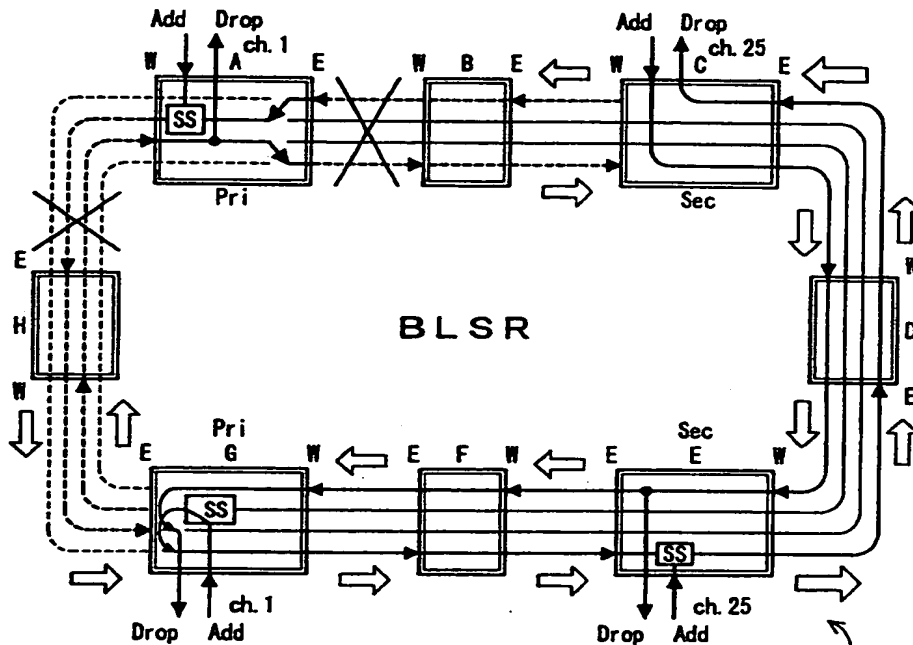
	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop			DC-PT	DC-PT	Add
Add			DC-PT	DC-PT	Drop

回線接続テーブル[A] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop

回線接続テーブル[C] ch. 25

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop					C	A	G	E	Add
Add					C	A	G	E	Drop



ネットワーク構成[G] ch. 1

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

ネットワーク構成[E] ch. 25

	East		West		
	E端	W端	E端	W端	
Drop	DC-PT	DC-PT			Add
Add	DC-PT	DC-PT			Drop

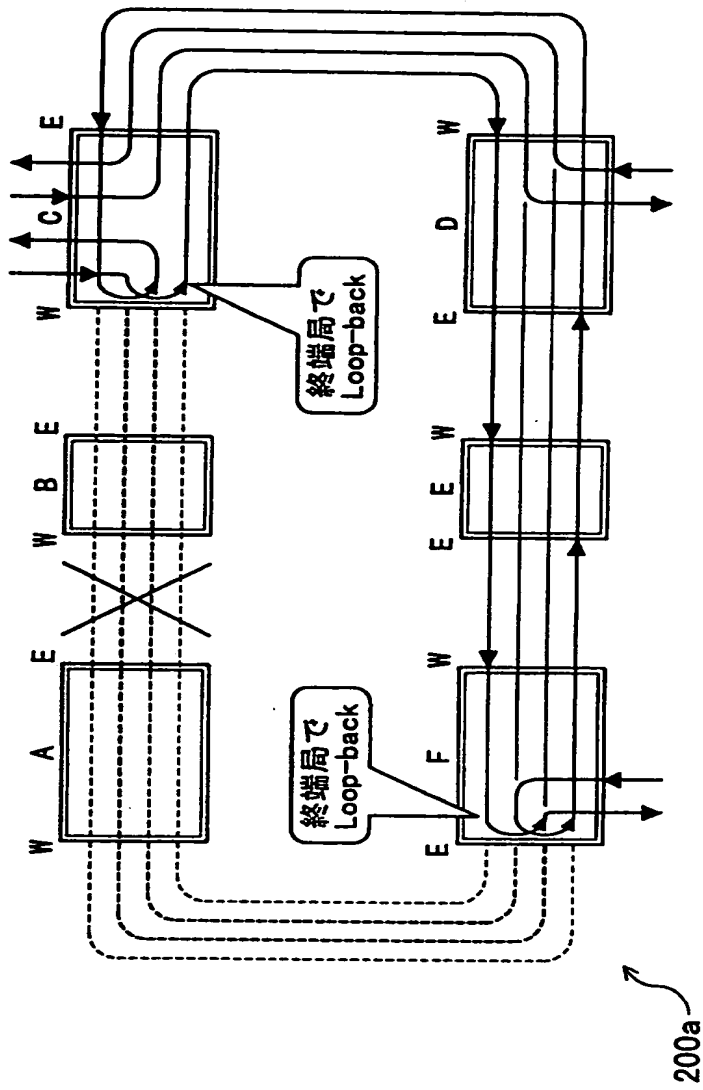
回線接続テーブル[G] ch. 1

	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

回線接続テーブル[E] ch. 25

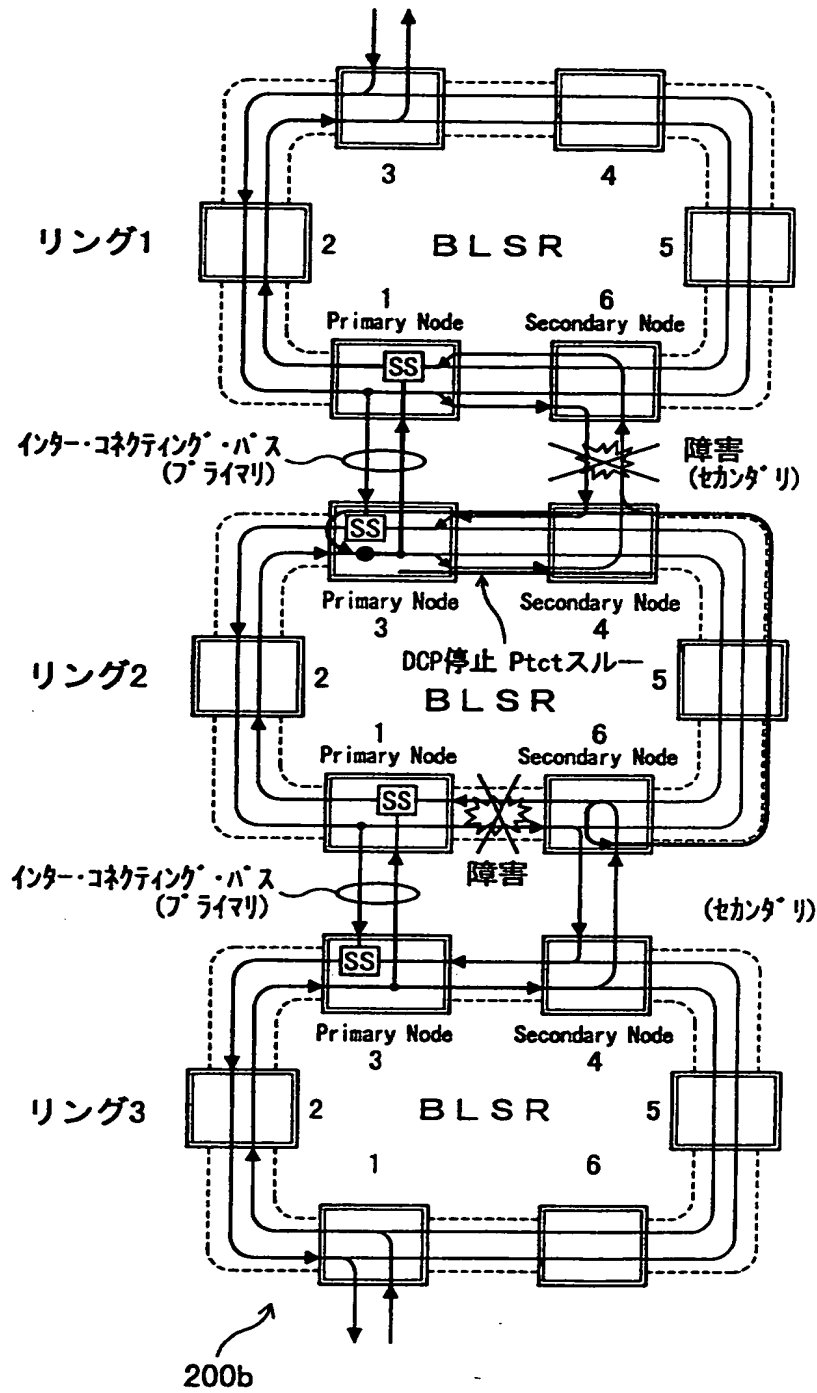
	East				West				
	S-E	P-E	P-W	S-W	S-E	P-E	P-W	S-W	
Drop	C	A	G	E					Add
Add	C	A	G	E					Drop

【図 56】

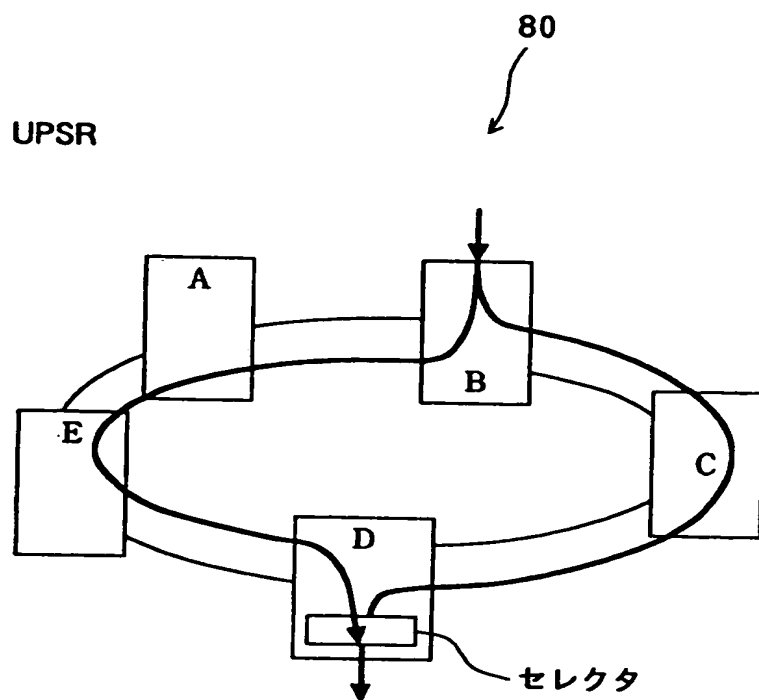


【図 57】

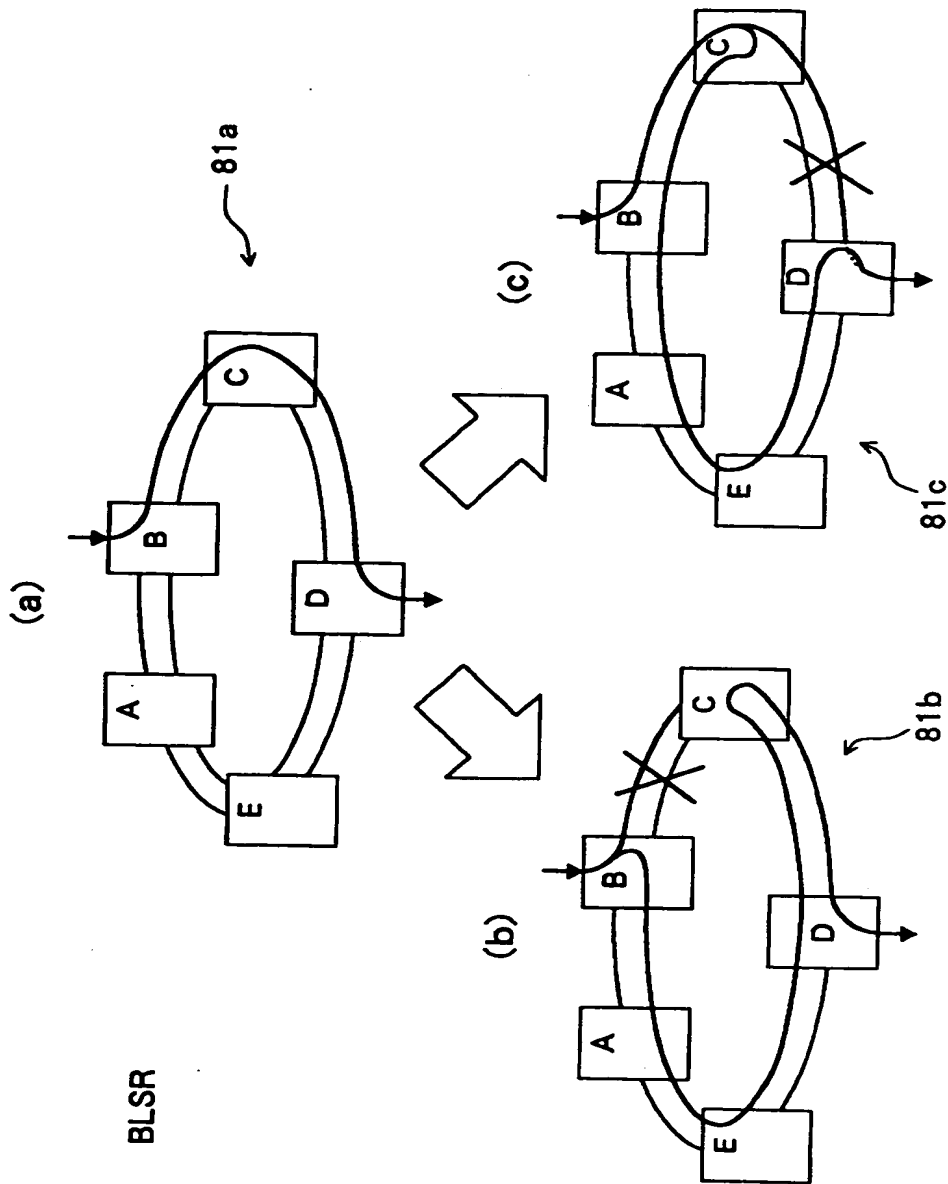
DCP-DCW構成



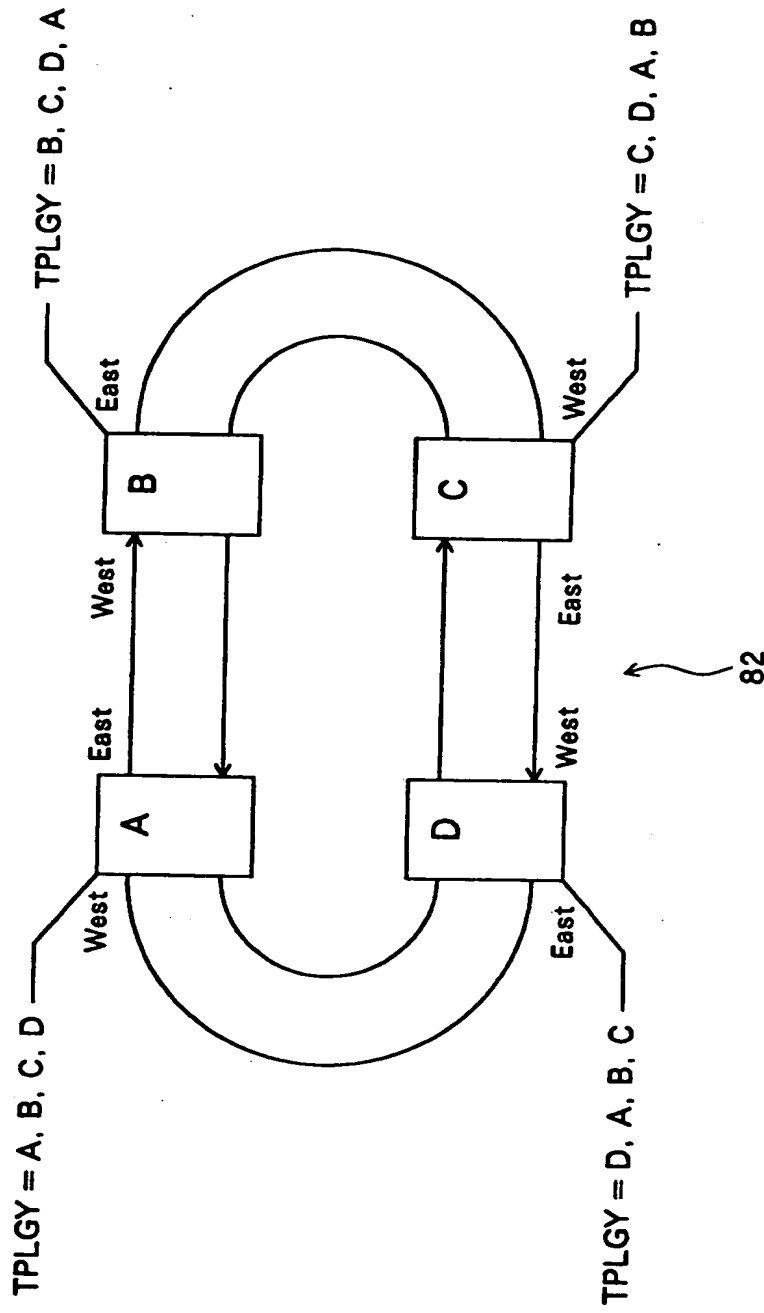
【図 58】



【図 59】



【図60】



【図 6 1】

	East 側		West 側		
E → W 方向	Source	Destination	Source	Destination	送信
W → E 方向	Destination	Source	Destination	Source	

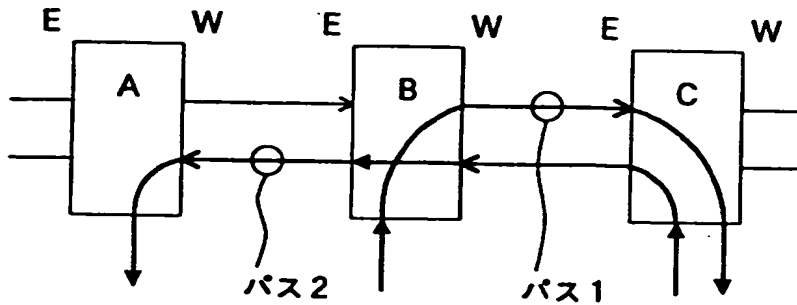
	East 側		West 側		
E → W 方向	Source	Destination	Source	Destination	受信
W → E 方向	Destination	Source	Destination	Source	

Source : 4bits

Destination : 4bits

【図 6 2】

(a)



(b)

バス	Source Node ID	Destination Node ID
1	B	C
2	C	A

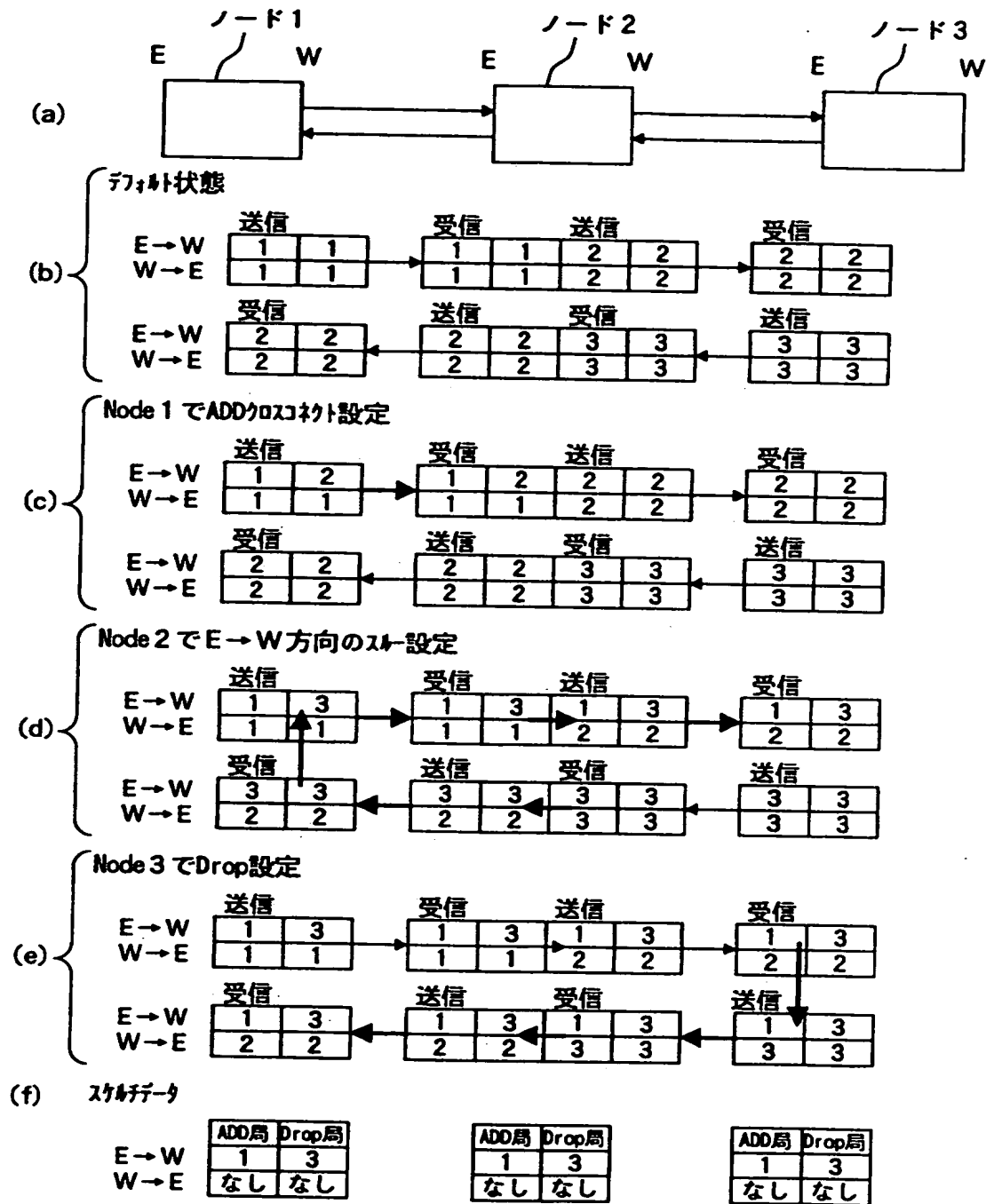
(c)

					Node A			
					East		West	
バス1	E→W							
	E←W						A	C

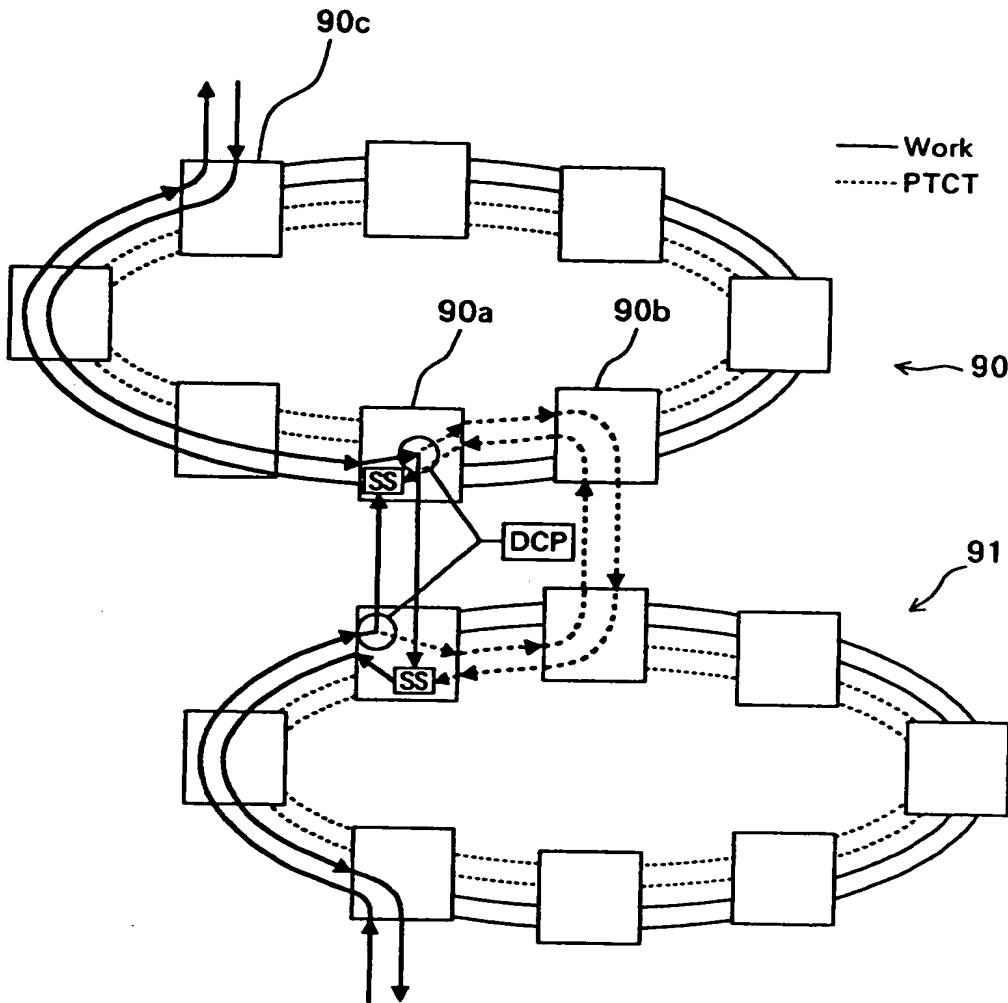
Node B			
East		West	
		B	C
A	C	A	C
Source	Dest.	Source	Dest.
Dest.	Source	Dest.	Source

Node C			
East		West	
B	C		
A	C		

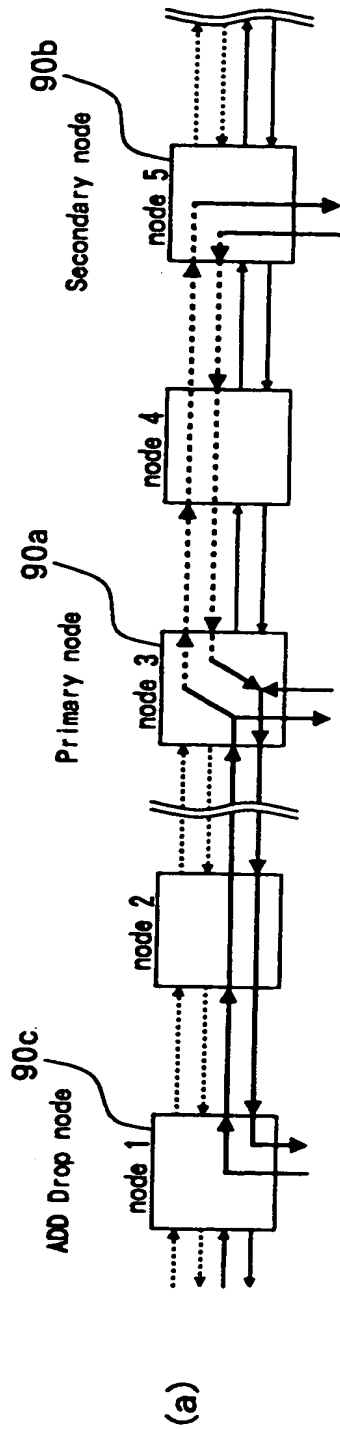
【図63】



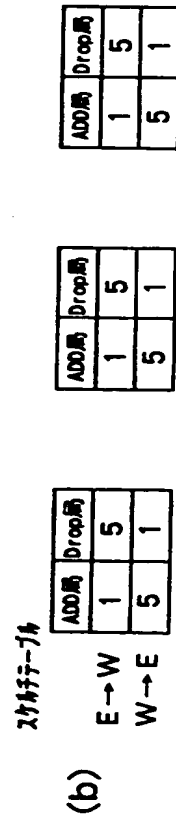
【図 64】



【図 6 5】



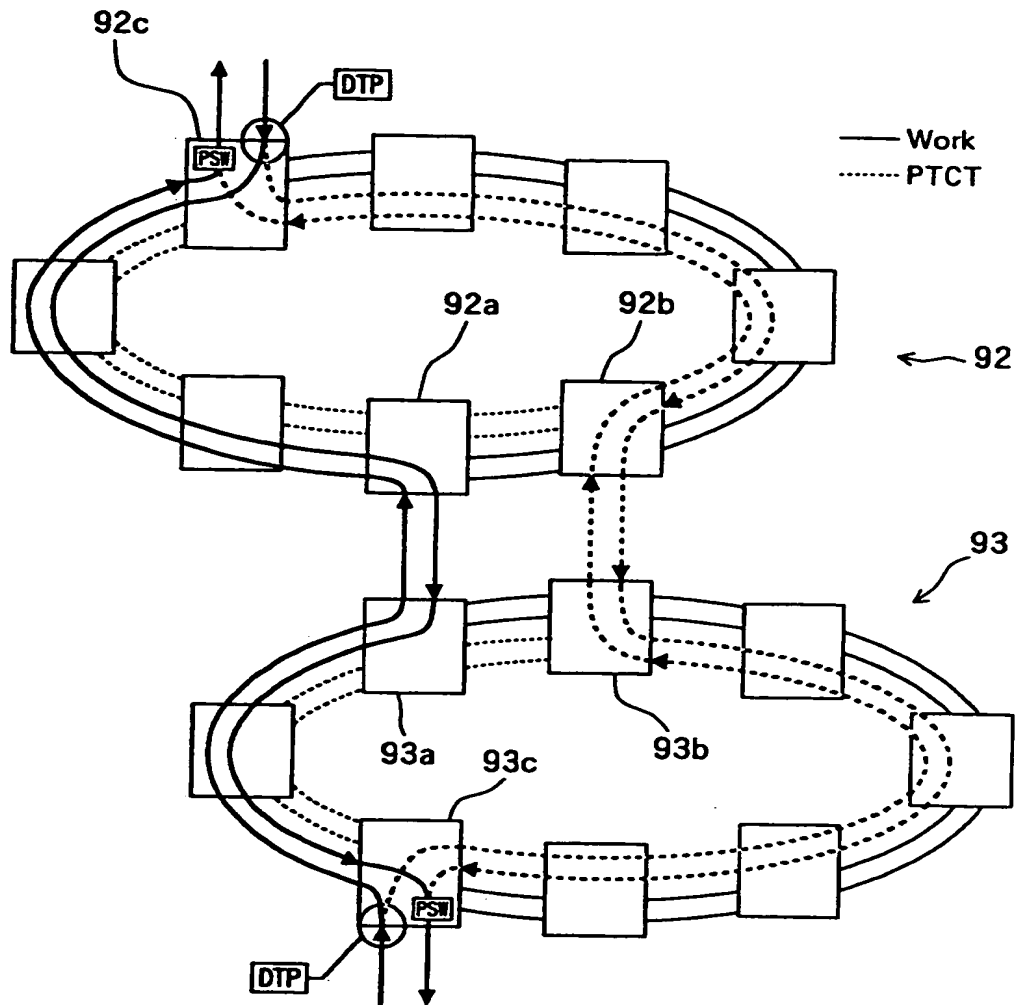
PT 回線を使用している区間は
スケジューリングは存在しない。



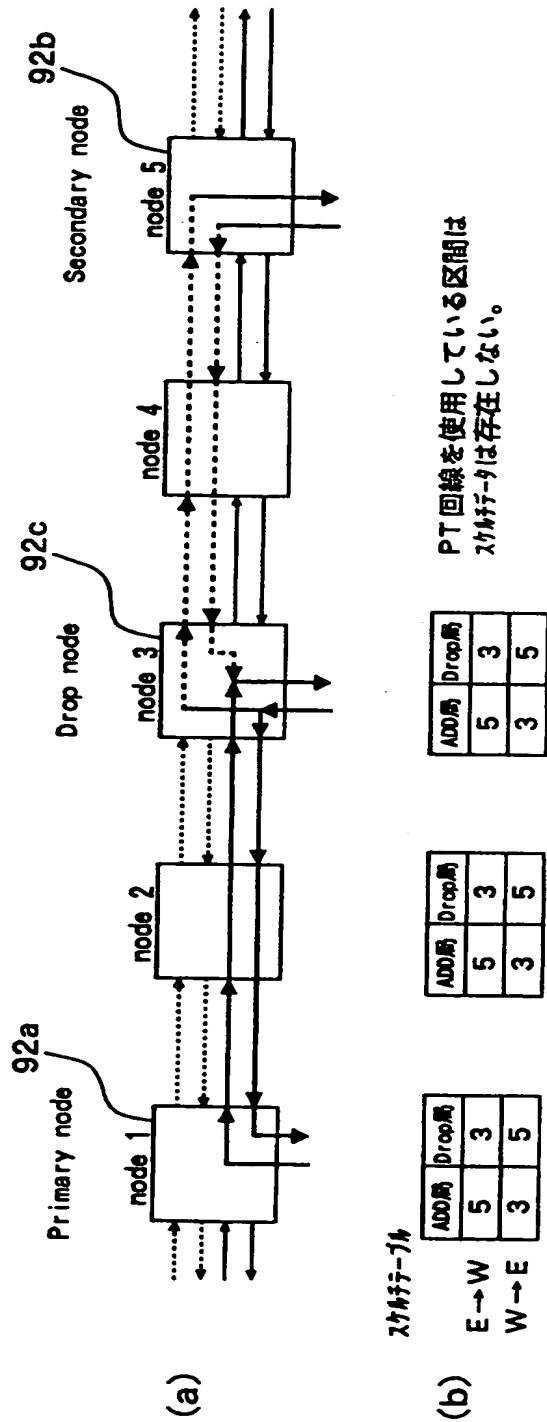
【図 66】

	Primary node の動作	Secondary node の動作
Primary node を含む 現用回線の障害		Primary node と逆方向の PT 回線 に ADD/Drop 制御を実施し、 Primary node 側の PT 回線には AIS を挿入する。
Primary node を含まない 現用回線の障害	Continue on PT の禁止 SS 切替を ADD 側に固定する。	Primary node へ向かう方向の PT 回線（終端 node 方向からの PT 回 線）は、Drop and Continue を 実施し、Primary node へ信号を 送信する。 終端 node へ向かう PT 回線には、 SS の設定を禁止する。
予備回線の障害および、信号が 通っていないスパンの障害	Continue on PT の禁止 SS 切替を ADD 側に固定する。	PT 回線への ADD/Drop 禁止

【図 67】



【図 68】

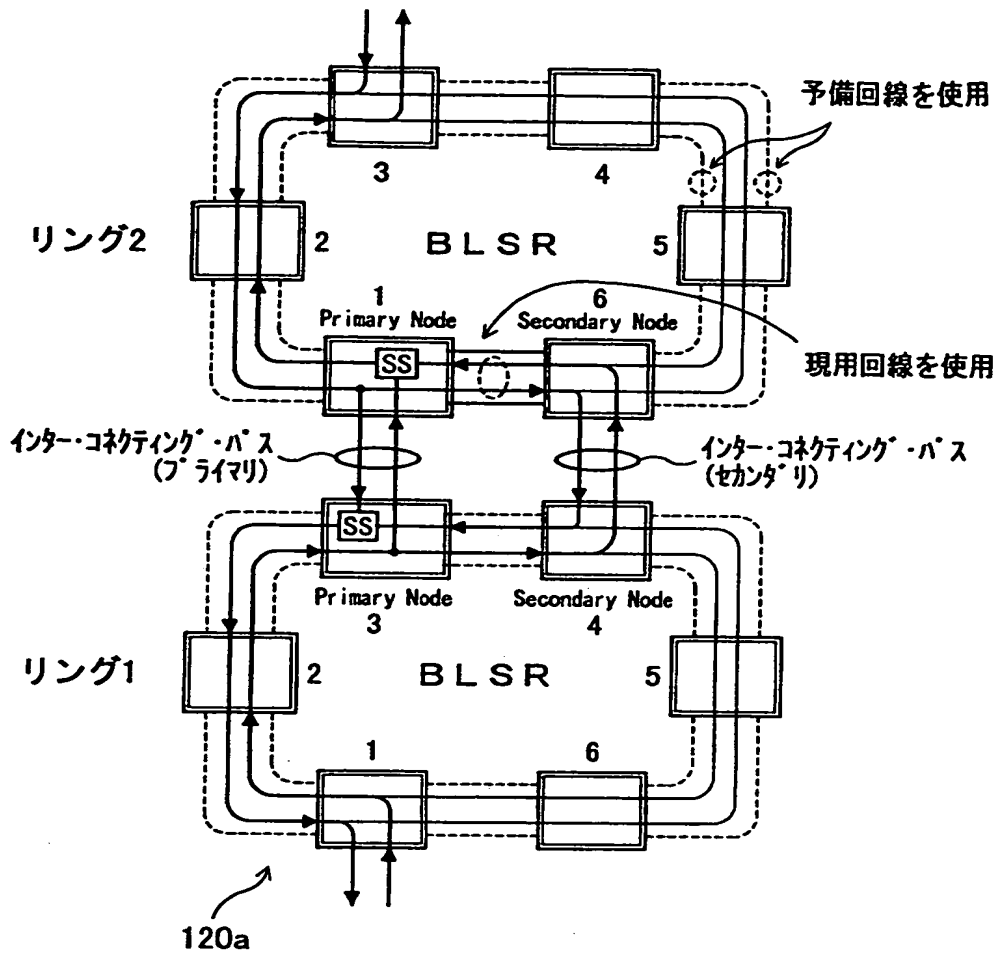


【図 69】

	Primary nodeの動作	Secondary nodeの動作
Primary nodeを含む 現用回線の障害		PT回線へのADD/Dropをそのまま 継続して実施する。
Primary nodeを含まない 現用回線の障害	通常の切替動作および、スルー局の 場合は、スルー局として動作	Primary nodeへ向かう方向のPT 回線（終端node方向からのPT回 線）は、Drop and Continueを 実施し、Primary nodeへ信号を 送信する。 終端nodeへ向かうPT回線には、 SSの設定を禁止する。
予備回線の障害および、信号が 通っていないスパンの障害	同上	PT回線へのADD/Drop 禁止
終端nodeを含む現用回線、 PT回線の障害	同上	同上

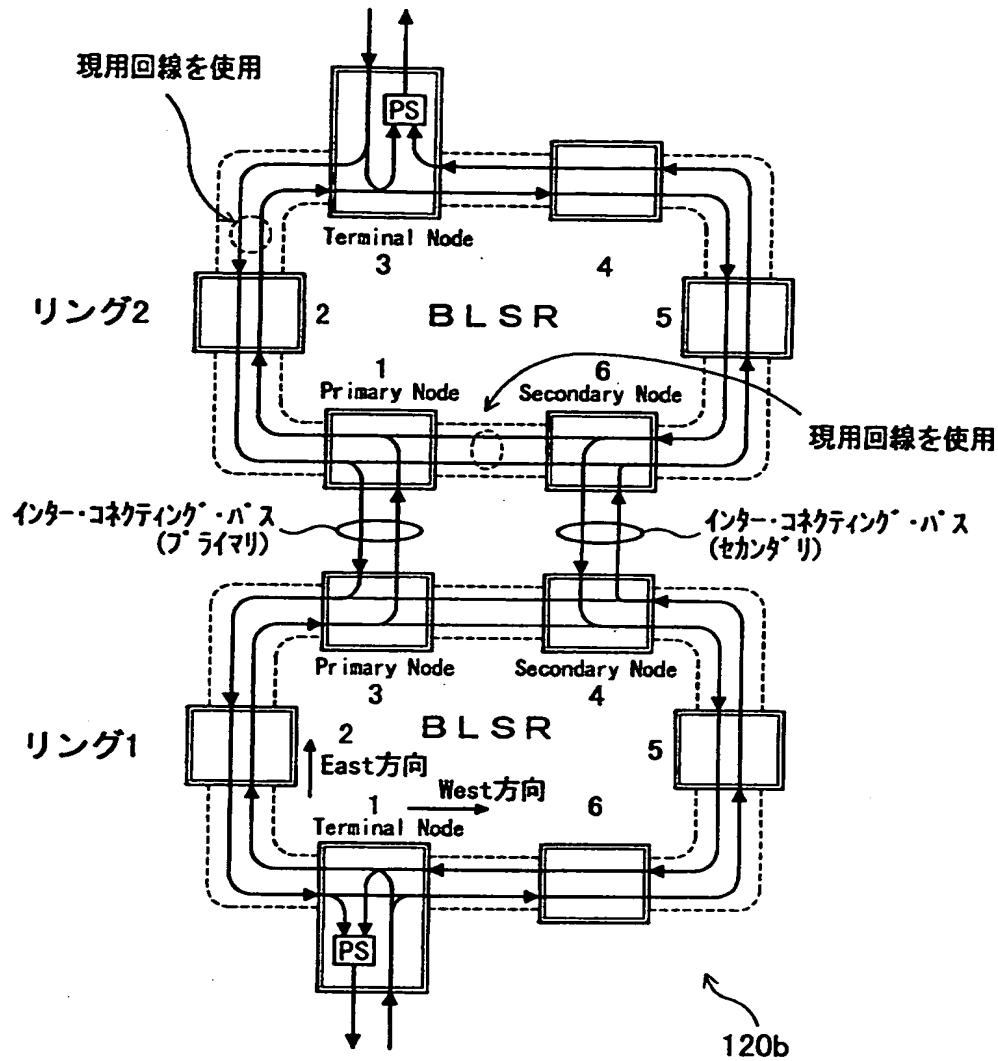
【図 7 0】

片端 D C W 構成



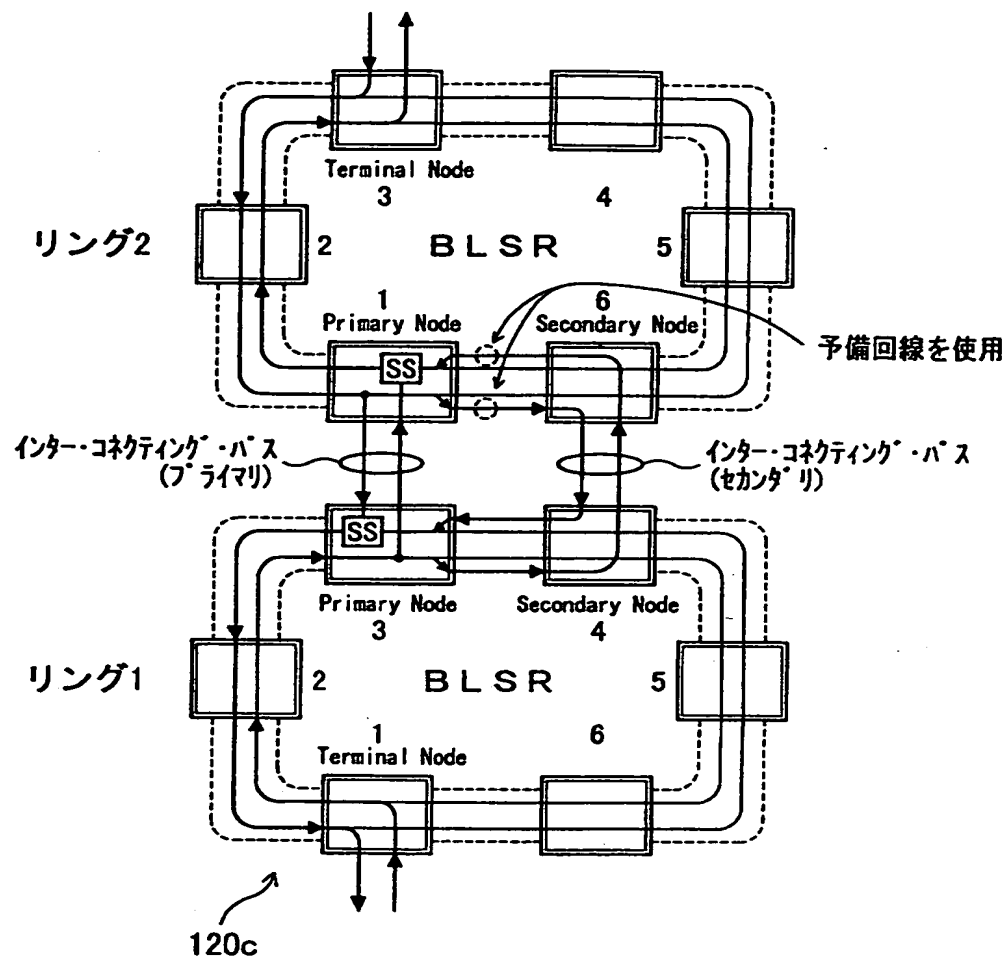
【図 7 1】

D TW構成



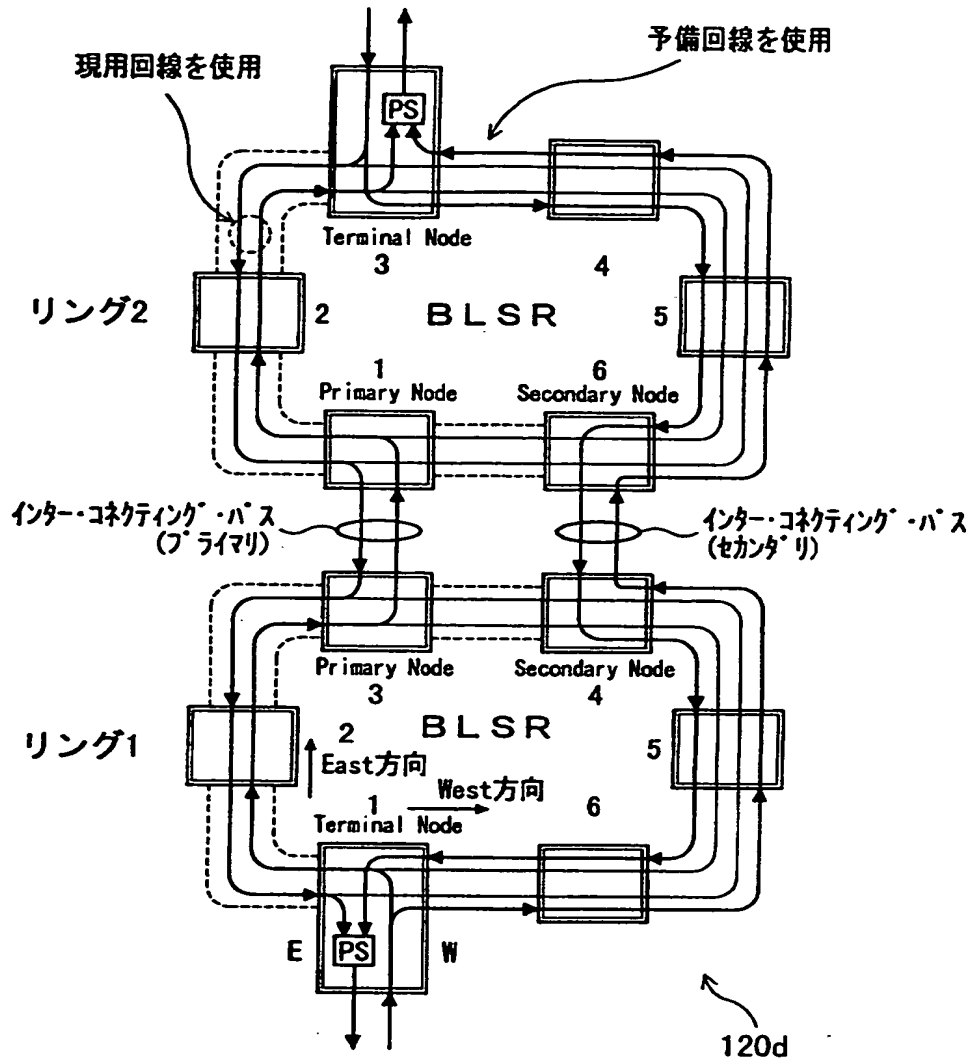
【図 7 2】

片端DCP構成



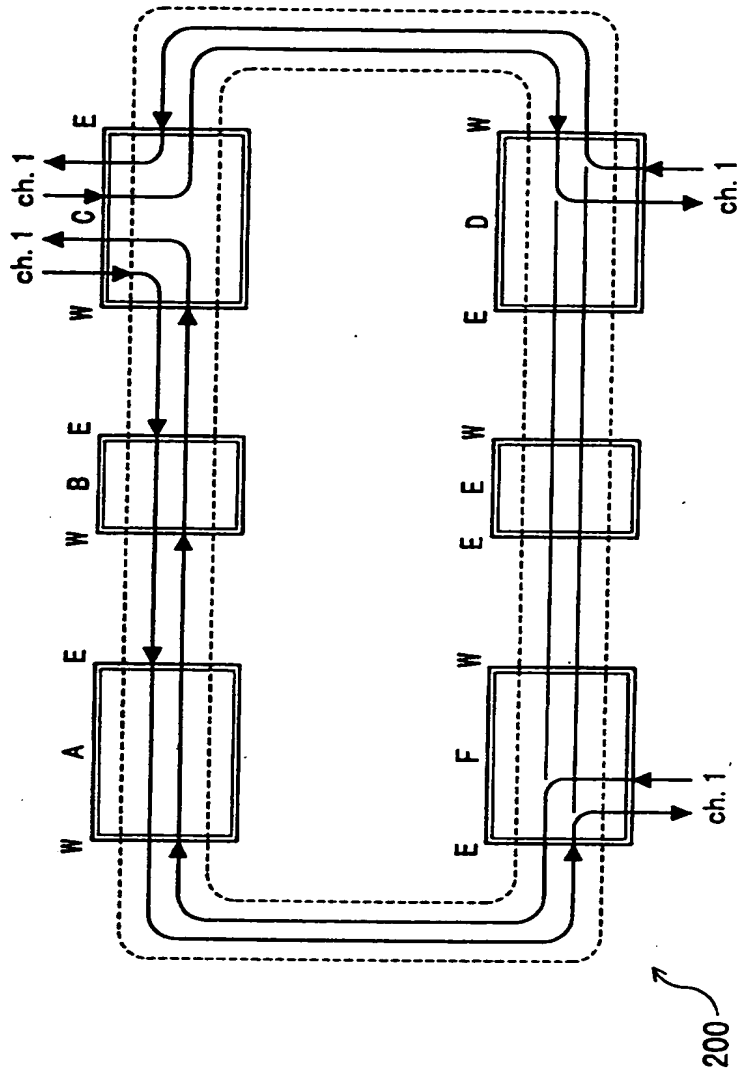
【図 7 3】

D T P 構成

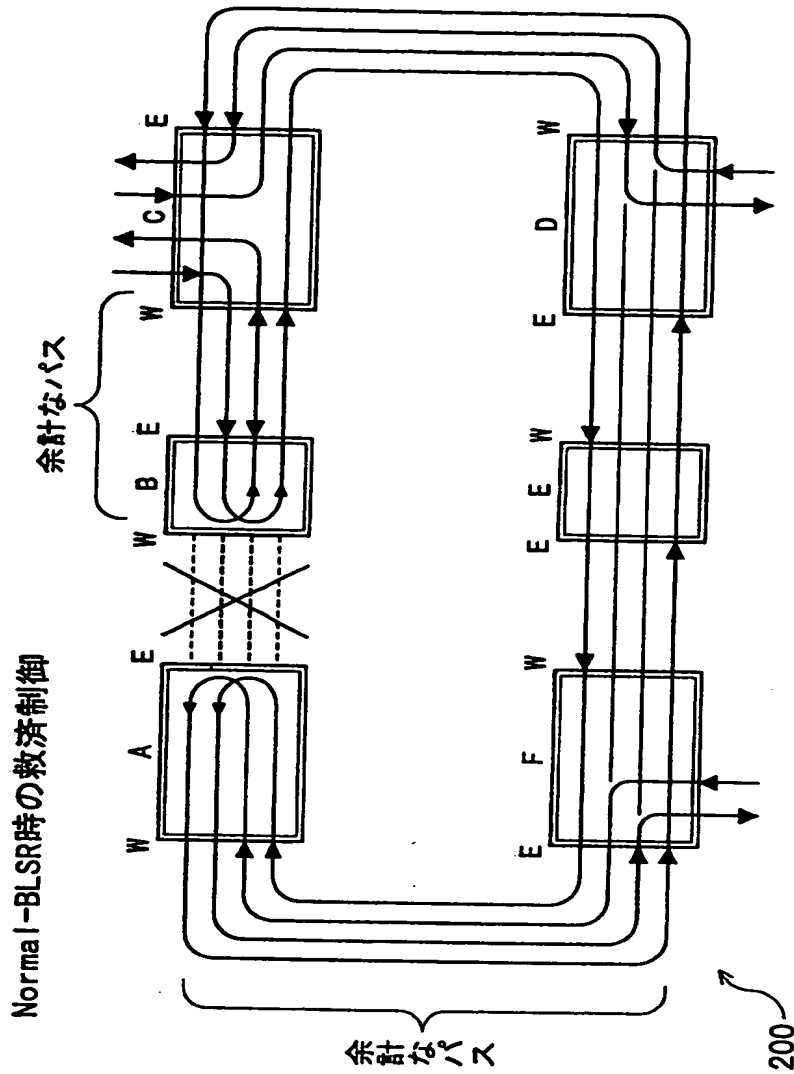


【図 74】

Normal-BLSR時の通常時

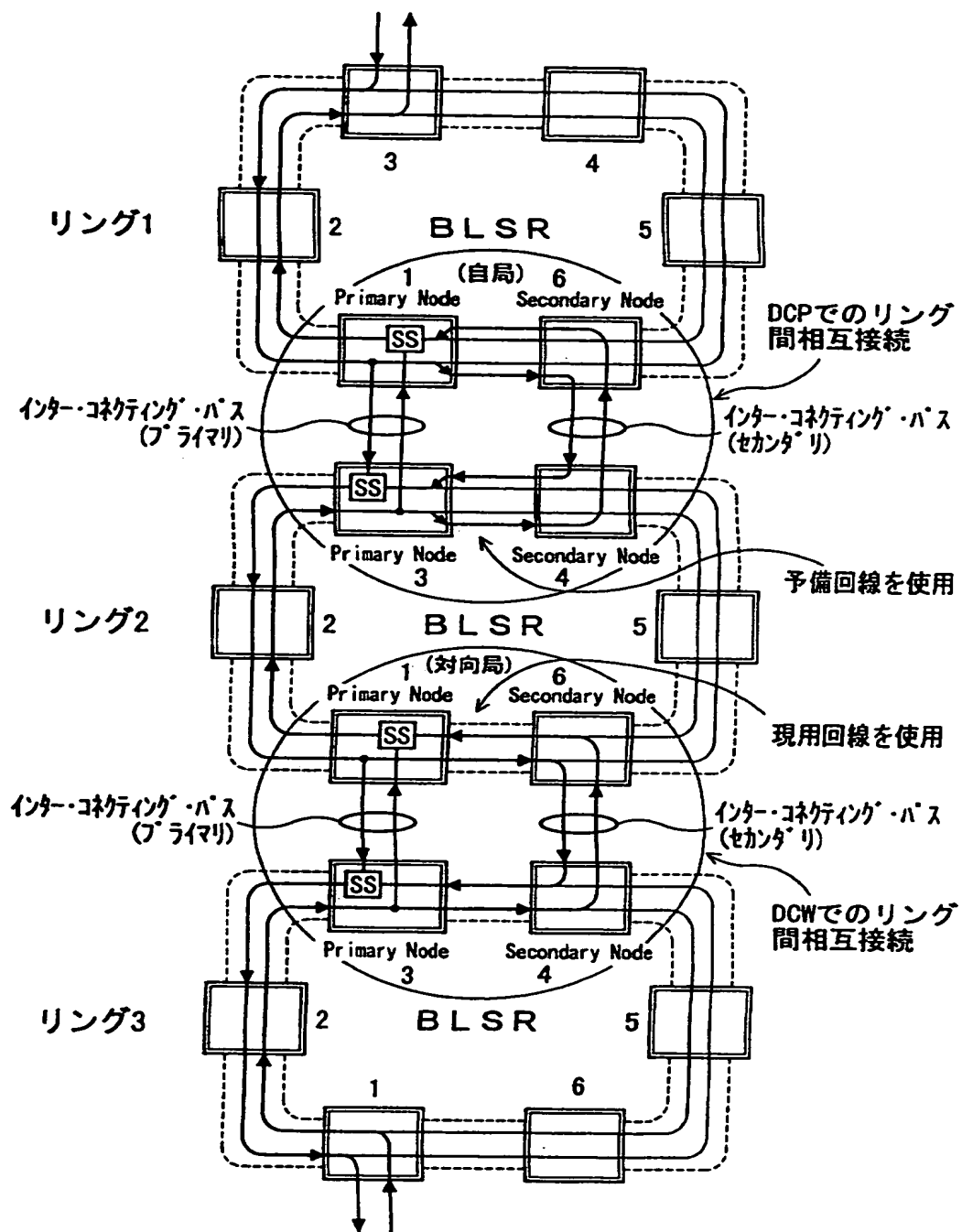


【図 75】



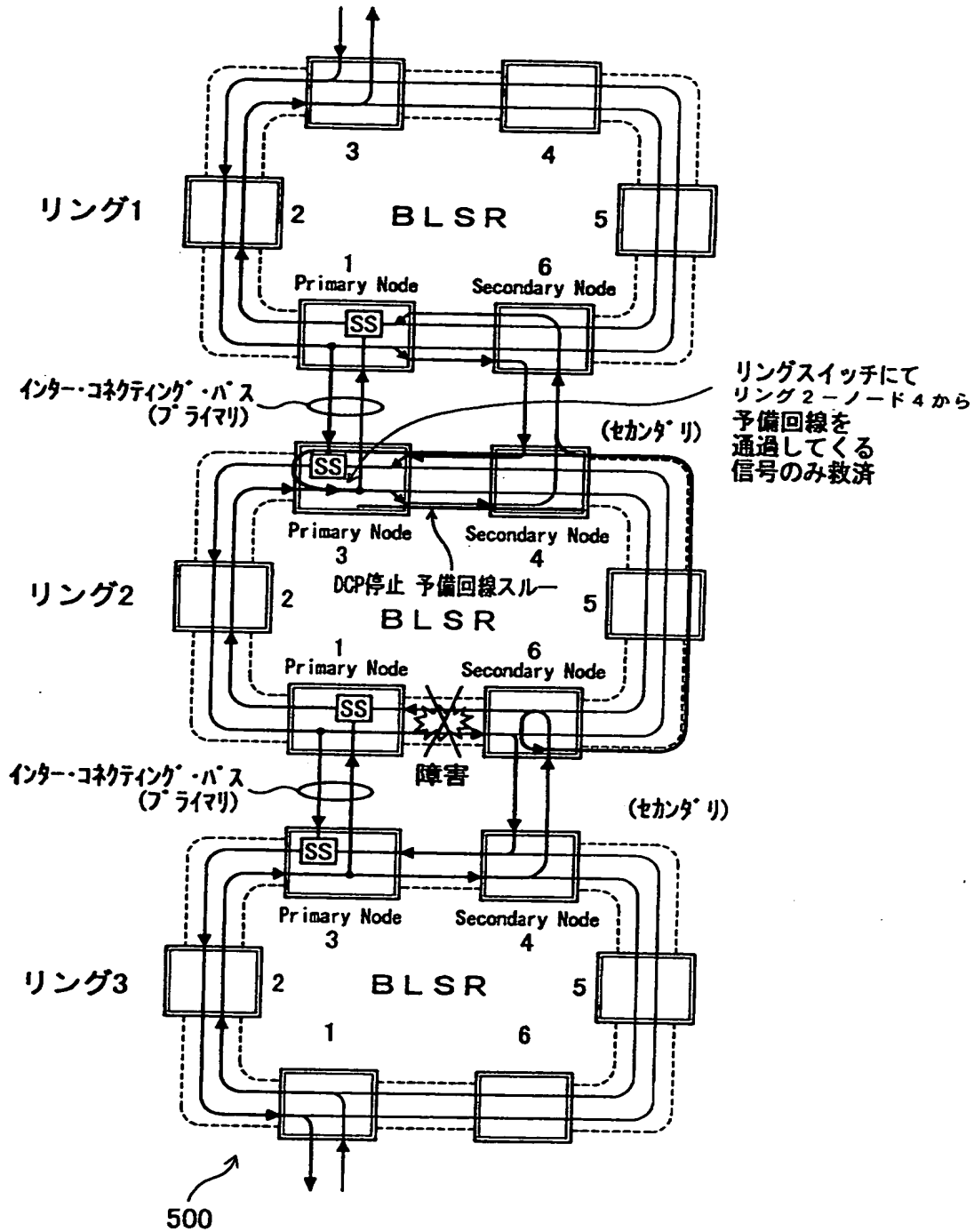
【図76】

DCP-DCW構成



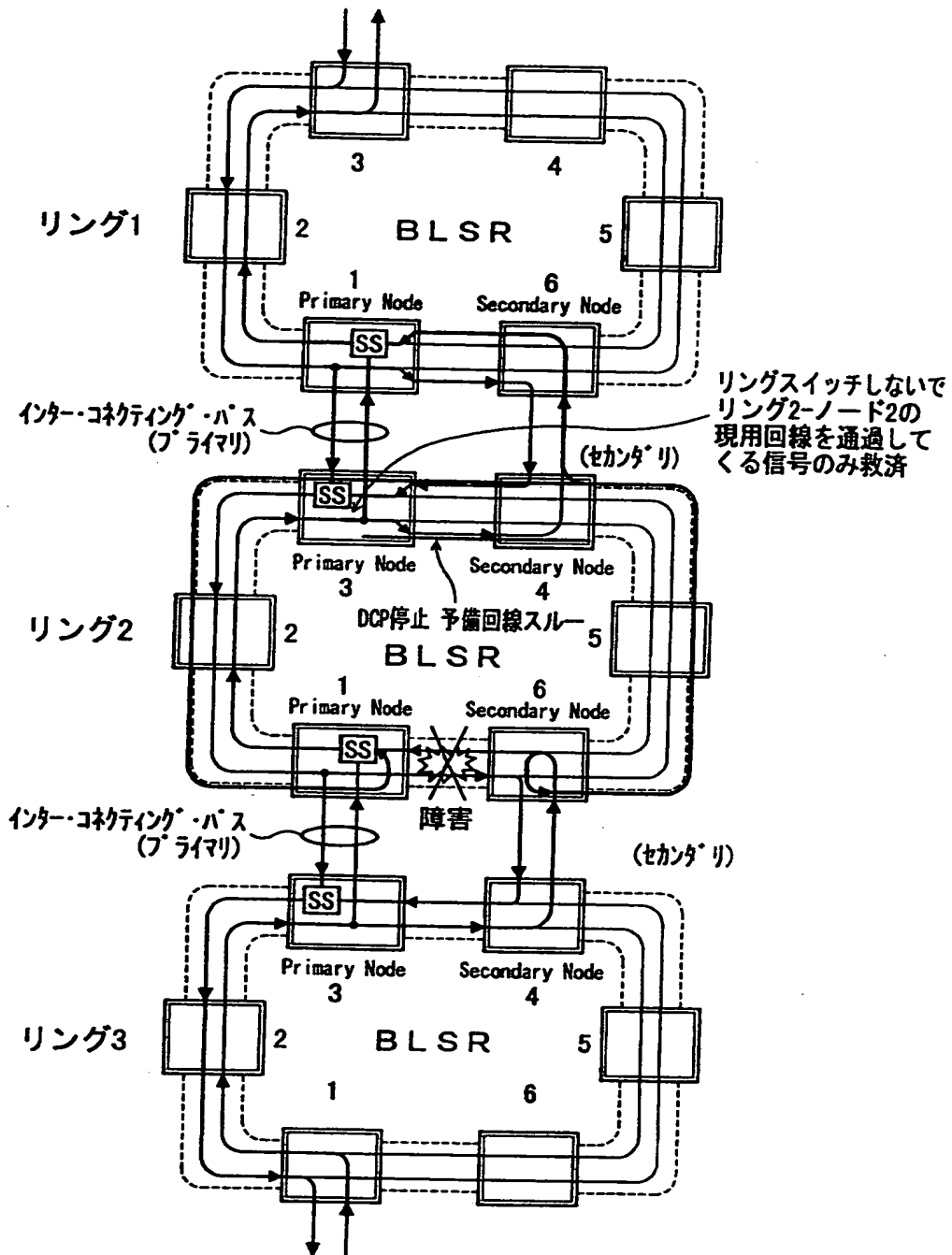
【図 77】

DCP-DCW構成



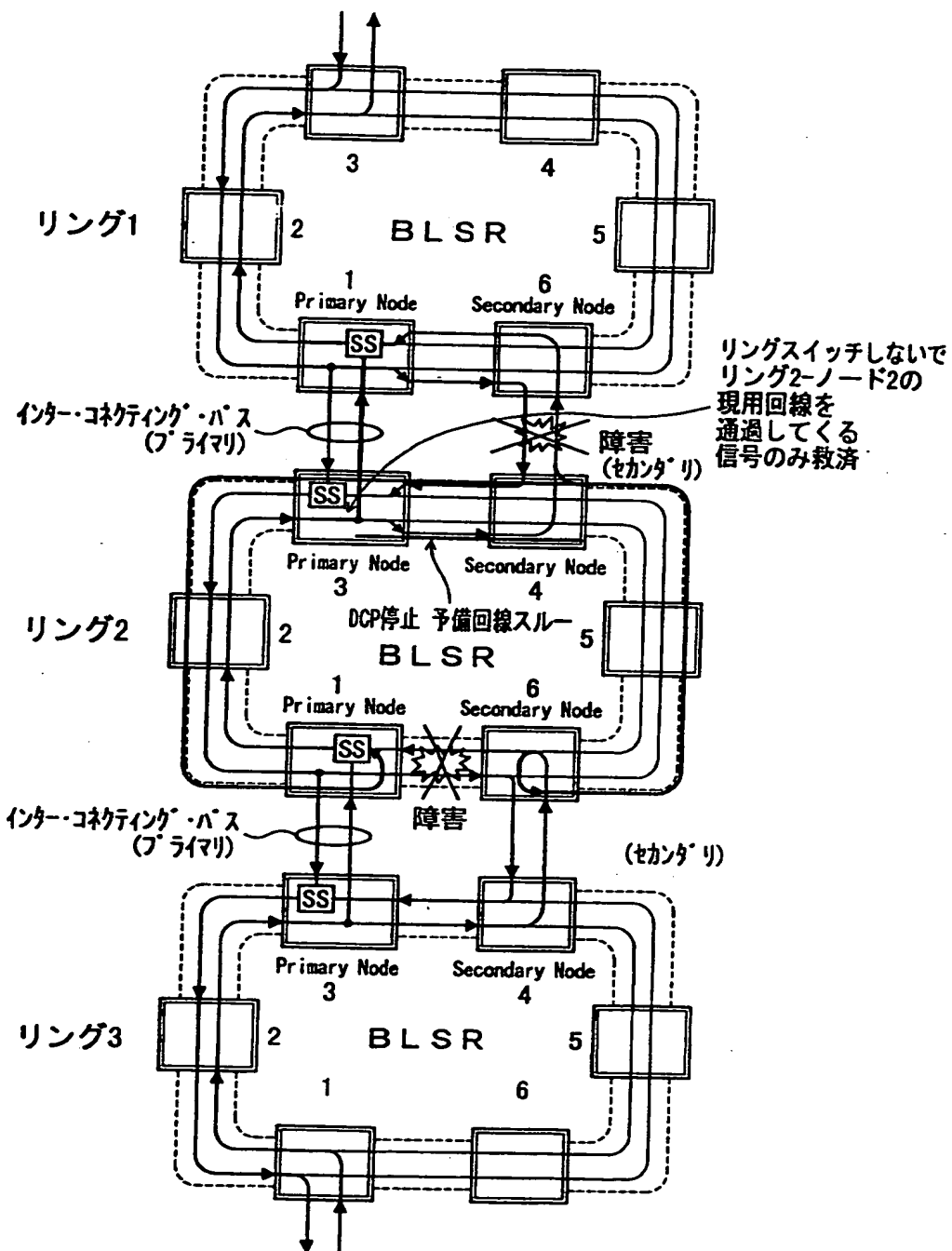
【図 78】

DCP-DCW構成



【図79】

DCP-DCW構成



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時分割多重された光信号が双方向に伝送しうるリング伝送システム用の光伝送技術において、複数の箇所で伝送経路が切り替えられた際のスケルチテーブル及びリップテーブルの構築が、クロスコネクト設定と同時にかつ自動的にでき、設定項目を増加させずにリング伝送システムを正常動作させるとともに、既存のハードウェアを用いてスケルチテーブルを高速に作成でき、各テーブル構築までに出す警報がセカンダリノードから自動的に送信されるようにする。

【解決手段】 光伝送装置 1 0 a において、データリンク読み出し手段 1 1 a と、トポロジー生成手段 1 1 b と、データリンク書き込み手段 1 1 c と、スケルチテーブル生成手段 1 1 d と、スケルチテーブル 1 1 e と、R I P テーブル生成手段 1 2 a と、R I P テーブル 1 2 b と、ノード認識手段 1 2 c と、イースト側受信部 1 3 a、イースト側送信部 1 3 b と、ウエスト側送信部 1 4 a、ウエスト側受信部 1 4 b とをそなえて構成する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社